

# ***Scientific Inquiry* im Chemieunterricht**

Eine Videoanalyse zur Umsetzung von Erkenntnisgewinnungsprozessen  
im internationalen und schulstufenübergreifenden Vergleich

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium  
(Dr. rer. nat)  
im Fach Chemie

eingereicht an der  
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Humboldt-Universität zu Berlin

von  
**Jaana Stiller, geb. Björkman**

Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin:  
Prof. Dr. Jan-Hendrik Olbertz

Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät:  
Prof. Dr. Elmar Kulke

Gutachter/Innen:

1. Prof. Dr. Rüdiger Tiemann
2. Prof. Dr. Annette Upmeyer zu Belzen

Tag der mündlichen Prüfung: 17.06.2015

Ein guter Anfang braucht Begeisterung,  
ein gutes Ende Disziplin.

Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger

*Für Paul, Vivi und Jurik*

## Zusammenfassung

Im Unterricht laufen routinierte Handlungen oft unbewusst ab – insbesondere von Lehrkräften initiierte. Solche Handlungsmuster sind einerseits wichtig für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler, da sie dem Unterricht Struktur geben und Sicherheit vermitteln. Sind sie andererseits hinderlich für die Entwicklung von Schülerleistungen, müssen sie bewusst gemacht und gegebenenfalls verändert werden.

Insbesondere in Bezug auf den Prozess der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht ist die Identifikation von Handlungsmustern sowohl im internationalen als auch im schulstufenübergreifenden Vergleich noch nicht weit fortgeschritten. Björkman und Tiemann (2013) zeigten, dass deutsche Lehrkräfte stärker auf die Auswertungsphase fokussieren als die Lehrkräfte des Vergleichslandes Schweden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, auf diesen Ergebnissen aufzubauen und kulturspezifische Handlungsmuster – Vergleich der 9. bzw. 10. Jahrgangsstufe der deutschen Sekundarstufe I und der 9. Jahrgangsstufe in Schweden – als auch schulstufenspezifische Handlungsmuster – Vergleich der 9. und 10. Jahrgangsstufe der Sekundarstufe I und der 11. und 12. Jahrgangsstufe der Sekundarstufe II – in Bezug auf die Umsetzung der Phasen der Erkenntnisgewinnung mit Hilfe einer Videoanalyse zu identifizieren. Dabei werden zusätzliche Qualitätsmerkmale, wie beispielsweise die explizite Thematisierung der Phasen als auch der Grad der Offenheit, einbezogen. Weiterhin wird überprüft, ob die Umsetzung der Erkenntnisgewinnung mit den Lehrer- und Schülervorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis zusammenhängt.

Die Analyse der Unterrichtsvideos ergab, dass mehr Unterschiede hinsichtlich der Umsetzung von Erkenntnisgewinnungsprozessen auf kulturspezifischer Ebene bestehen als auf schulstufenspezifischer Ebene. Dabei fokussieren die schwedischen Lehrkräfte auf die Phase der Untersuchung und die dazugehörige Planungsphase. Die Lehrkräfte der deutschen Sekundarstufe I setzen hingegen auch andere Phasen der Erkenntnisgewinnung wie die Hypothesenbildung und die Auswertung und Interpretation vergleichsweise häufig um, dies geschieht aber meist implizit. Weiterhin zeigte sich trotz des (vorgegebenen) Fokus auf Erkenntnisgewinnung in der deutschen Sekundarstufe I eine konstant hohe Bedeutung der Vermittlung von Fachwissen. In der deutschen Sekundarstufe II ist auffällig, dass viel Zeit dazu verwendet wird, Versuche in selbstständiger Schülerarbeit aufzubauen. Vermutlich wird diesem Befund eine höhere Komplexität experimentellen Arbeitens zugrunde liegen. Generell werden im Chemieunterricht selten Fragestellungen formuliert und naturwissenschaftliche Untersuchungen reflektiert. In Bezug auf die Zusammenhangsanalysen konnte festgestellt werden, dass sich positive Zusammenhänge zwischen dem erkenntnisorientierten Chemieunterricht und den Schülervorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis beobachten lassen.

Als zentrale Schlussfolgerung aus den Befunden kann abgeleitet werden, dass die Förderung einer ganzheitlichen, expliziten und möglichst offenen Umsetzung der Erkenntnisphasen in Schule und Lehrerbildung notwendig ist.

## Abstract

In the classroom, routine actions are often carried out unconsciously – in particular if teacher-led. Such teaching patterns are important for teachers as well as for students as they structure lessons and provide security. However, if they are likely to be detrimental to the development of students, they must be identified and, if necessary, changed.

There has been a particular lack of research into the identification of teaching patterns in the teaching of Scientific Inquiry in Chemistry. Björkman and Tiemann (2013) have shown that German teachers focus more strongly on the evaluation phase than teachers from Sweden.

The aim of the current study is, by building on these previous results, to identify culturally specific teaching patterns as well as teaching patterns between lower and upper secondary classes, by a comparison between students in Germany and Sweden followed by comparing teaching practices within several grades in Germany. This was achieved using video analysis to investigate the teaching practices used during the phases of Scientific Inquiry. During the analysis, the explicit thematisation of the phases as well as the degree of openness of the teaching were assessed. Further attention was paid to whether the implementation of Scientific Inquiry was related to the views of the nature of science held by the teachers and students.

The analyses showed that the implementation of Scientific Inquiry differs more between Germany and Sweden than between grades. Swedish teachers focus on the investigation and the subordinate planning phase. Teachers of the German lower secondary classes focus more on other phases of Scientific Inquiry, such as formulating hypotheses and evaluation and interpretation. The additional importance of these steps is mostly implied. Although the focus of the lessons was given, content knowledge was often a particular focus in the German lower secondary classes. In German upper secondary grades it was apparent that a lot of time was spent enabling students to set up experiments on their own. This is presumably due to the higher complexity of the experimental work. In general, time is seldom spent on formulating scientific questions and reflecting on the scientific investigations. Furthermore, there is a positive correlation between inquiry-focused chemistry lessons and the understanding of the nature of science.

A major conclusion that can be derived from this study is that the support of a holistic, explicit and open implementation of the teaching of Scientific Inquiry remains indispensable in school and in teacher training.

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Theoretischer Hintergrund.....	3
2.1 Handlungsmuster und deren Einflussfaktoren.....	3
2.1.1 Handlungsmuster .....	4
2.1.2 Subjektive Theorien von Lehrerinnen und Lehrern.....	6
2.1.3 Unterrichtsskripts.....	8
2.1.4 Bedeutende Eigenschaften von Handlungsmustern und Unterrichtsskripts.....	12
2.2 Empirische Ergebnisse zu Handlungsmustern.....	14
2.2.1 Handlungsmuster im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	16
2.2.2 Handlungsmuster im Chemieunterricht in Deutschland und Schweden.....	24
2.3 <i>Nature of Science</i> und <i>Scientific Inquiry</i> .....	25
2.3.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung.....	26
2.3.2 <i>Nature of Science</i> .....	30
2.3.3 <i>Scientific Inquiry</i> .....	42
3 Fachwissenschaftliche Einordnung: <i>Scientific Inquiry</i> im Chemieunterricht.....	66
3.1 Chemische Reaktionen in Verbrennungsmotoren.....	66
3.1.1 Brennstoffe.....	66
3.1.2 Bildung des Luft-Benzin-Gemisches.....	67
3.1.3 Verbrennung von Kohlenwasserstoffen.....	68
3.1.4 Verbrennungsmotoren und Thermodynamik.....	70
3.1.5 Der Ottomotor als Beispiel eines Verbrennungsmotors.....	76
3.2 Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> im Chemieunterricht.....	77
3.2.1 Einordnung des Themas im Berliner Rahmenlehrplan.....	77
3.2.2 Mögliche unterrichtliche Umsetzung.....	77
4 Exkurs: Schulpolitische Aspekte des schwedischen Schulsystems.....	82
5 Forschungsfragen und Hypothesen.....	92
5.1 <i>Scientific Inquiry</i> im Kulturvergleich.....	92
5.2 <i>Scientific Inquiry</i> im Schulstufenvergleich.....	94
5.3 Zusammenhänge zwischen Lehrervorstellungen und der Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> .....	95
5.4 Zusammenhänge zwischen der Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> und den Schülervorstellungen.....	96
6 Methoden.....	98
6.1 Stichproben.....	98
6.1.1 Beschreibung der Stichproben in Deutschland.....	99

6.1.2 Beschreibung der Stichprobe in Schweden.....	100
6.2 Messinstrumente.....	101
6.2.1 Videoanalyse.....	101
6.2.2 Kodiersysteme.....	116
6.2.3 Weitere Messinstrumente.....	127
6.3 Design der Studie.....	137
6.3.1 Anlage der Studie.....	137
6.3.2 Ablauf der Studie.....	137
6.4 Statistische Analysen.....	139
6.4.1 Unterschiedsanalysen.....	140
6.4.2 <i>Lesson signatures</i> .....	144
6.4.3 Latente Profilanalyse.....	145
6.4.4 Fragebogenauswertung.....	146
6.4.5 Korrelationsanalysen.....	147
7 Ergebnisse.....	149
7.1 Qualität der Instrumente.....	149
7.2 Authentizität der Unterrichtsstunden.....	151
7.3 Ländervergleichende Ergebnisse zur Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> im Chemieunterricht.....	152
7.4 Schulstufenübergreifender Vergleich zur Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> im Chemieunterricht in Berlin.....	181
7.5 Lehrervorstellungen über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> .....	193
7.6 Schülervorstellungen über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> .....	197
8 Interpretation und Diskussion.....	201
8.1 Diskussion der Instrumente.....	201
8.1.1 Kodiermanual für das Konstrukt <i>Scientific Inquiry</i> .....	201
8.1.2 Videofragebogen.....	202
8.1.3 Fragebogen zu Vorstellungen über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> .....	202
8.2 Diskussion zur Authentizität des Unterrichts.....	204
8.3 Unterrichtszeit.....	204
8.4 Kulturspezifische Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> .....	205
8.5 Schulstufenspezifische Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> .....	216
8.6 Lehrervorstellungen und der Zusammenhang zum Chemieunterricht.....	219
8.7 Chemieunterricht und der Zusammenhang zu Schülervorstellungen.....	221
8.8 Methodendiskussion und Limitation der Studie.....	223
8.8.1 Erfassung kultur- und schulstufenspezifischer Handlungsmuster im Rahmen der Videoanalyse.....	223
8.8.2 Einsatz eines Fragebogens zur Erfassung von Vorstellungen über	

<i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> .....	225
9 Fazit und Ausblick.....	227
10 Literaturverzeichnis.....	231
11 Anhang.....	272
11.1 Kodiermanual zum Konzept <i>Scientific Inquiry</i> .....	272
11.2 Fragebogen zu den Vorstellungen über die Konzepte <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> .....	307
11.3 Videofragebogen.....	312
11.4 Items <i>Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen</i> .....	314
11.5 Zusätzliche Ergebnisse zur Studie.....	315



# Abbildungsverzeichnis

Nr.	Titel	S.
1.1	Ergebnisse im Bereich des naturwissenschaftlichen Wissens der PISA-Studien 2003 bis 2012 von Deutschland und Schweden (eigene Darstellung); Rost, Walter, Carstensen, Senkbeil & Prenzel, 2004; Schiepe-Tiska, Schöps, Rönnebeck, Köller & Prenzel, 2013; Skolverket, 2003; Skolverket, 2007; Skolverket, 2010; Skolverket, 2013.	2
2.1	Theoretische Grundlagen der dieser Studie zugrundeliegenden Konstrukte und Ebenen; verändert und erweitert nach Blömeke, Eichler und Müller (2003) und Blömeke, Müller und Eichler (2005).	3
2.2	Heuristisches Modell von Kognitionen und Handlungen; verändert nach Blömeke et al. (2003, S. 108).	4
2.3	Zusammenhang zwischen Lern- und Unterrichtsprozessen; nach Oser und Patry (1990), Reyer (2004) und Oser und Baeriswyl (2001).	11
2.4	Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen (Mayer, 2007, S. 178).	29
2.5	Zusammenhang zwischen unterrichtlichem Handeln, subjektiven Theorien und Schülervorstellungen, epistemologischen Überzeugungen und Nature of Science; zusammengesetzt nach Blömeke et al. (2003); Kircher und Dittmer (2004) und Mayer (2007).	30
2.6	Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlichem Denken, Problemlösen und <i>Scientific Inquiry</i> ; nach Mayer (2007).	44
2.7	Naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozess; hypothetisch-deduktiv; abgeändert nach Pfeifer, Lutz und Bader (2002, S. 95), Völzke (2012, S. 16), Klautke (1990, S. 74), Lutz und Bader (2003; S. 1).	52
2.8	Struktur des Kompetenzmodells für die Erkenntnisgewinnung der Fächer Chemie und Biologie (Nehring et al., 2013).	54
2.9	Prozentuale Anteile der in Unterrichtsvideos auftretenden <i>Inquiry</i> -Phasen; nach Roth et al. (2006).	63
3.1	Zeitlicher Konzentrationsverlauf bei der Kohlenwasserstoffverbrennung (Eckert & Stiesch, 2009, S. 175).	69
3.2	Verlauf der einfachen Zustandsänderung im pV-Diagramm (Merker, 2009).	71
3.3	Der Carnot-Prozess in Form eines pV-Diagramms (Könnecke, Torabi & Bednarczyk, 2000, S. 6).	74
3.4	Kreisprozess des Ottomotors (E = Einlassventil, A = Auslassventil, Z = Zündkerze, außen herum sind die Kolben- und Ventilstellungen der einzelnen Phasen des Arbeitsdiagramms skizziert. Isobare Wege sind punktiert dargestellt, weil auf ihnen die Stoffmenge im Zylinder nicht konstant ist); Stierstadt, 2010, S. 242.	76

Nr.	Titel	S.
4.1	Struktur des schwedischen Bildungssystems (Klieme et al., 2007).	83
5.1	Zu untersuchende Aspekte der Studie.	92
6.1	Position der Lehrerkamera; nach Seidel et al. (2003); von Aufschnaiter und Rogge (2010); LK = Lehrerkamera.	107
6.2	Position der Klassenkamera im vorderen Teil des Raumes; nach Seidel et al., (2003); LK = Lehrerkamera; KK = Klassenkamera.	108
6.3	Position der Klassenkamera im hinteren Teil des Raumes; nach Seidel et al. (2003); LK = Lehrerkamera; KK = Klassenkamera.	108
6.4	Position der Mikrofone nach Hall (2007); SGM = shot gun Mikrofon; BM = boundary Mikrofon; LM = laviere Mikrofon.	109
6.5	Verfahren zur Entwicklung von Beobachtungsinstrumenten für die Analyse von Unterrichtsvideos; nach Bos und Tarnai, 1999; Hugener et al., 2006.	112
6.6	Allgemeine Variablen, Kategorien und Modifier zum Prozess von <i>Scientific Inquiry</i> .	117
6.7	Variablen, Kategorien und Modifier zu den Phasen Fragestellung und Hypothese.	118
6.8	Variablen, Kategorien und Modifier zu der Phase der Untersuchung (Planung).	119
6.9	Variablen, Kategorien und Modifier zu der Phase Untersuchung (Durchführung).	120
6.10	Variablen, Kategorien und Modifier zur Phase Auswertung.	121
6.11	Variablen, Kategorien und Modifier zur Phase Reflexion.	122
6.12	Variablen, Kategorien und Modifier zu anderen unterrichtlichen Aktivitäten.	123
6.13	Variablen, Kategorien und Modifier zur Sichtstruktur nach Seidel, 2003.	125
6.14	Überblick der Ebenen und Schritte der Durchführung.	138
6.15	Beispiel einer <i>lesson signature</i> nach Hiebert et al., 2003; S. 127.	144
7.1	<i>Lesson signature</i> von „kein <i>Scientific Inquiry</i> “ in der deutschen Sekundarstufe I.	163
7.2	<i>Lesson signature</i> von „kein <i>Scientific Inquiry</i> “ in Schweden.	163
7.3	<i>Lesson signature</i> zur Formulierung von Fragestellungen in der deutschen Sekundarstufe I.	164
7.4	<i>Lesson signature</i> zur Formulierung von Fragestellungen in Schweden.	165
7.5	<i>Lesson signature</i> zur Bildung von Hypothesen in der deutschen Sekundarstufe I.	165
7.6	<i>Lesson signature</i> zur Bildung von Hypothesen in Schweden.	165
7.7	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Untersuchung in der deutschen Sekundarstufe I.	166
7.8	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Untersuchung in Schweden.	166

Nr.	Titel	S.
7.9	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Auswertung und Interpretation in der deutschen Sekundarstufe I.	167
7.10	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Auswertung und Interpretation in Schweden.	167
7.11	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Reflexion in der deutschen Sekundarstufe I.	168
7.12	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Reflexion in Schweden.	168
7.13	<i>Lesson signature</i> von „kein <i>Scientific Inquiry</i> “ in der deutschen Sekundarstufe II.	185
7.14	<i>Lesson signature</i> zur Formulierung von Fragestellungen in der deutschen Sekundarstufe II.	185
7.15	<i>Lesson signature</i> zur Bildung von Hypothesen in der deutschen Sekundarstufe II.	186
7.16	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Untersuchung in der deutschen Sekundarstufe II.	186
7.17	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Auswertung und Interpretation in der deutschen Sekundarstufe II.	187
7.18	<i>Lesson signature</i> zur Phase der Reflexion in der deutschen Sekundarstufe II.	187
8.1	Kulturspezifisches Handlungsmuster der Phase andere Unterrichtsaktivitäten in der Sekundarstufe I.	207
8.2	Kulturspezifisches Handlungsmuster der Phase der Hypothese in der Sekundarstufe I.	208
8.3	Kulturspezifisches Handlungsmuster der Phase der Untersuchung in Schweden.	210
8.4	Kulturspezifisches Handlungsmuster der Phase der Auswertung und Interpretation in der Sekundarstufe I.	211
8.5	Schulstufenspezifisches Handlungsmuster der Phase der Untersuchung in der Sekundarstufe I.	217
8.6	Schulstufenspezifisches Handlungsmuster der Phase der Untersuchung in der Sekundarstufe II.	218
9.1	Graphische Zusammenfassung zur Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> im Chemieunterricht in Schweden.	227
9.2	Graphische Zusammenfassung zur Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I.	228
9.3	Graphische Zusammenfassung zur Umsetzung von <i>Scientific Inquiry</i> im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe II.	228
A5.1	<i>Lesson signature</i> zur expliziten Thematisierung des <i>Inquiry</i> -Prozesses in der Sekundarstufe I.	321
A5.2	<i>Lesson signature</i> zur expliziten Thematisierung des <i>Inquiry</i> -Prozesses in Schweden.	322

<b>Nr.</b>	<b>Titel</b>	<b>S.</b>
A5.3	<i>Lesson signature</i> zur expliziten Thematisierung des <i>Inquiry</i> -Prozesses in der deutschen Sekundarstufe II.	332

## Tabellenverzeichnis

Nr.	Titel	S.
2.1	Alternative Begriffe für den Terminus <i>Handlungsmuster</i> .	6
2.2	Überblick aktueller nationaler und internationaler large-scale Videostudien; übersetzt aus Janík et al. (2009, S.9f).	18
2.3	Sozialformen im Unterricht in schwedischen Grundschulen zwischen 1960 bis 2000 in relativen Häufigkeiten [%] nach Granström (2003).	22
2.4	Unterschiede innerhalb der allgemeinen Unterrichtsorganisation in Unterrichtsstunden in Deutschland und Schweden; geordnet nach relativen Häufigkeiten [%]; nach Björkman und Tiemann (2013, S. 4).	24
2.5	Unterrichtlich relevante Ansichten über Nature of Science (Hofheinz, 2008, S. 77f).	33
2.6	Instrumente zur Erfassung von Vorstellungen über <i>Nature of Science</i> nach Lederman (2007, S. 862); ergänzte Instrumente ■.	40f
2.7	Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (Kultusministerkonferenz, 2005, S. 12).	46
2.8	Phasen von <i>Scientific Inquiry</i> ausgewählter Studien nach Wellnitz et al. (2012) und Emden (2011).	47f
2.9	Offenheitsgrade von <i>Scientific Inquiry</i> ; nach Buck, Bretz und Towns (2008), Capps und Crawford (2013), Fay et al. (2007), Herron (1971) und Schwab (1962); Darstellung nach Hof und Mayer (2008); erweitert.	55
2.10	Defizite von Schülerinnen und Schüler im Bereich der Phasen von <i>Scientific Inquiry</i> nach Schulz (2011, S. 38); erweitert.	57
2.11	Aspekte von Nature of <i>Scientific Inquiry</i> .	59
2.12	<i>Hands-on</i> Aktivitäten im naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland und Schweden (Kobarg, et al., 2011, S. 56).	64
3.1	Unterrichtsverlauf zum Thema Explosionsbereich eines Benzin-Luft-Gemisches.	78f
4.1	Mindestunterrichtszeit in Einheiten von 60 Minuten in den neun Jahren der Grundschule (Regeringskansliet, 2010); im Schwedischen in alphabetischer Reihenfolge.	86
4.2	Kursplan im Fach Chemie der siebten bis neunten Jahrgangsstufe (Skolverket, 2011); eigene Übersetzung.	88
6.1	Themenauswahl der Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I.	99
6.2	Themenauswahl der Unterrichtsvideos der Sekundarstufe II.	100
6.3	Themenauswahl der Unterrichtsvideos in Schweden.	100
6.4	Werte und Einschätzungen von Cohens Kappa zur Beurteilerübereinstimmung zweier Rater nach Landis & Koch, 1977, S. 165 (links); Wirtz & Caspar, 2002, S. 59 (rechts).	114

Nr.	Titel	S.
6.5	Untersuchungsbereiche, Kodierverfahren, Stichprobenplan und Grad der notwendigen Inferenzen bei den Kodierungen nach Seidel (2003).	116
6.6	Facetten und Skalen zur Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen nach Schulz (2011).	126
6.7	Demografische und schulbezogene Schülerdaten nach Frey et al. (2009).	128
6.8	Interesse und Motivation, Lernzeit und Selbstkonzept bezogen auf das Fach Chemie nach Frey et al. (2009).	129
6.9	Vorstellungen über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i>	130
6.10	Subjektive Einschätzung des Erkenntnisgewinnungsprozesses im Chemieunterricht; Items jeweils bezogen auf selbstständige Bearbeitung (s), Bearbeitung im Unterrichtsgespräch (UG) und Vorgabe (v) durch die Lehrkraft.	130
6.11	Themen und Aufgabenformate der Items im Videofragebogen.	132
6.12	Demographische und schulbezogene Daten der Lehrkräfte nach Frey et al. (2009).	133
6.13	Items zum Videofragebogen an die Lehrkräfte nach Seidel, Dalehefte et al. (2003).	134
6.14	Items zur Einschätzung zum fächerübergreifenden Unterricht und der allgemeinen Ausstattung der Schule an die Lehrkräfte.	135
6.15	Items zu Methoden, Arbeits-, Unterrichts-, Sozialformen an die Lehrkräfte nach Frey et al. (2009).	135
6.16	Testinstrumente und Testdauer.	139
6.17	Übersicht über Test zur Überprüfung der Normalverteilung.	141
6.18	Größe der Effektstärken von d und r nach Field (2009); Bortz (2010).	143
7.1	Variablen des Kodiermanuals <i>Scientific Inquiry</i> und die dazugehörigen <i>Inter-Rater</i> -Reliabilitäten.	150
7.2	Ergebnisse zum Videofragebogen zur Wahrnehmung der Authentizität des gefilmten Unterrichts der Stichprobengruppen Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	151
7.3	Ergebnisse zum Videofragebogen zur Wahrnehmung der Authentizität des gefilmten Unterrichts der Stichprobengruppen der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	152
7.4	Ergebnisse zur Unterrichtszeit im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	153

Nr.	Titel	S.
7.5	Ergebnisse zur Umsetzung der <i>Inquiry</i> -Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	154
7.6	Ergebnisse zur Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	155
7.7	Ergebnisse zur Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	156
7.8	Ergebnisse zum Auf- und Abbau von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	157
7.9	Ergebnisse zur Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	157
7.10	Ergebnisse zu der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	158
7.11	Ergebnisse zur Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	159
7.12	Ergebnisse zur Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	160
7.13	Ergebnisse zu anderen Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	161
7.14	Model fits zur latenten Profilanalyse der <i>Inquiry</i> -Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I.	161
7.15	Profilvergleich der Stichproben der Sekundarstufe I und Schwedens; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	162
7.16	Ergebnisse zur expliziten Thematisierung der <i>Inquiry</i> -Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	170

Nr.	Titel	S.
7.17	Ergebnisse zur expliziten Thematisierung des <i>Inquiry</i> -Prozesses im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	171
7.18	Ergebnisse zu den Anteilen der Offenheitsgrade in allen Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	172
7.19	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich eines Teils der Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	173
7.20	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	174
7.21	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der praktischen Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	175
7.22	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	176
7.23	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	176
7.24	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	177
7.25	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich anderer Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht (Ausschnitt) in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	178
7.26	Ergebnisse zur Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	179



Nr.	Titel	S.
7.27	Vorstellungen der schwedischen Lehrkräfte und der der Sekundarstufe I über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> .	180
7.28	Ergebnisse zu Schülervorstellungen über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	180
7.29	Ergebnisse zur Unterrichtszeit im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	181
7.30	Ergebnisse zur Umsetzung der <i>Inquiry</i> -Phasen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	182
7.31	Ergebnisse zur Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	183
7.32	Ergebnisse zum Auf- und Abbau von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	184
7.33	Ergebnisse zur Explizitheit der <i>Inquiry</i> -Phasen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	188
7.34	Ergebnisse zu den Anteilen der Offenheitsgrade in allen Phasen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	189
7.35	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	190
7.36	Ergebnisse zur Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	191
7.37	Vorstellungen der deutschen Lehrkräfte über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> .	192
7.38	Schülervorstellungen über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> in der Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	192
7.39	Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> ; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.	194

Nr.	Titel	S.
7.40	Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit den Phasen von <i>Scientific Inquiry</i> ; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.	194
7.41	Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit der expliziten bzw. impliziten Thematisierung der <i>Inquiry</i> -Phasen; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.	196
7.42	Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit den Phasen von <i>Scientific Inquiry</i> ; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.	198
7.43	Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit den Offenheitsgraden; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.	198
7.44	Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit der expliziten bzw. impliziten Thematisierung der <i>Inquiry</i> -Phasen; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.	199
7.45	Korrelationsanalyse zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit der Phase der expliziten Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.	200
A5.1	Korrelationsanalyse zur Überprüfung der Trennbarkeit der Skalen zur Normalität des gefilmten Chemieunterrichts.	315
A5.2	Konfirmatorische Faktorenanalyse zu den Skalen zur Normalität des gefilmten Chemieunterrichts.	315
A5.3	Itemkennwerte zur Skala <i>Gleichheit des Unterrichts</i> zur Normalität des gefilmten Unterrichts; Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemmittelwerte sollten Werte von 4.8 nicht übersteigen.	315
A5.4	Itemkennwerte zur Skala <i>Schülerwahrnehmung</i> zur Normalität des gefilmten Unterrichts; Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemmittelwerte sollten Werte von 4.8 nicht übersteigen.	316
A5.5	Itemkennwerte zur Skala <i>Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen</i> ; Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemmittelwerte sollten Werte von 3.2 nicht übersteigen.	316

Nr.	Titel	S.
A5.6	Itemkennwerte zur Skala <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> (N = naiv; W = wissenschaftlich); Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemkennwerte sollten Werte von 3.2 nicht übersteigen.	317
A5.7	Ergebnisse zu der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	329
A5.8	Ergebnisse zu dem Sammeln von Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	320
A5.9	Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	320
A5.10	Ergebnisse zu der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	320
A5.11	Ergebnisse zu den Interpretationsergebnissen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	321
A5.12	Ergebnisse zu der Reflexion des <i>Inquiry</i> -Prozesses im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	321
A5.13	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	322
A5.14	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	323
A5.15	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	324
A5.16	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	325
A5.17	Ergebnisse zu der Explizitheit hinsichtlich der inhaltlichen Vorbereitung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	326
A5.18	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Sammlung von Daten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	326

Nr.	Titel	S.
A5.19	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	327
A5.20	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	328
A5.21	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	328
A5.22	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	329
A5.23	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretationsergebnisse von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	329
A5.24	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Reflexion von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.	330
A5.25	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich anderer Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.	330
A5.26	Ergebnisse zu der allgemeinen Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	332
A5.27	Ergebnisse zu der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	332
A5.28	Ergebnisse zur Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	333
A5.29	Ergebnisse zu der Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	333
A5.30	Ergebnisse zu dem Sammeln von Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	334
A5.31	Ergebnisse zu der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	334
A5.32	Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	335

Nr.	Titel	S.
A5.33	Ergebnisse zu der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	335
A5.34	Ergebnisse zu der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	336
A5.35	Ergebnisse zu den Interpretationsergebnissen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I der II.	336
A5.36	Ergebnisse zu der Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	337
A5.37	Ergebnisse zu der Reflexion des <i>Inquiry</i> -Prozesses im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	337
A5.38	Ergebnisse zu anderen Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	338
A5.39	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	338
A5.40	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	339
A5.41	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	340
A5.42	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	341
A5.43	Ergebnisse zu der Explizitheit hinsichtlich der inhaltlichen Vorbereitung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	342
A5.44	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der praktischen Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	342
A5.45	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Sammlung von Daten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	343
A5.46	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	344

Nr.	Titel	S.
A5.47	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	345
A5.48	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	345
A5.49	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	346
A5.50	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretationsergebnisse von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	346
A5.51	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	347
A5.52	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Reflexion von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	347
A5.53	Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich anderer Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.	348
A5.54	Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> mit den Offenheitsgraden.	349
A5.55	Korrelationsanalyse zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>Nature of Science</i> und <i>Nature of Scientific Inquiry</i> mit der Phase der expliziten Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses.	349

## Abkürzungsverzeichnis

AAAS	American Association for the Advancement of Science
Abb.	Abbildung
BIC	Bayesian Information Criterion
CPV	Centrum pedagogického výzkumu (tschechisch: Zentrum für pädagogische Forschung)
d	Maß der Effektstärke d nach Cohen's
DESI	(Institut für) Demokratische Entwicklung und Soziale Integration
EA	Einzelarbeit
edb.	ebenda
GA	Gruppenarbeit
IPN	Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel
KMK	Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland
LPS	Learner's Perspective Study
LuL	Lehrinnen und Lehrer
LMR	Lo-Mendell-Rubin
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development
Mdn	Median
M	Mittelwert
Min.	Minute(n)
NoS	Nature of Science
NoSI	Nature of Scientific Inquiry
NRC	National Research Council
NV	Normalverteilung
SD	Standardabweichung
p	Probability (englisch: Irrtumswahrscheinlichkeit)
PA	Partnerarbeit
PISA	Programme for International Student Assessment
r	Produkt-Moment-Korrelation
$r_{Z/\sqrt{N}}$	Maß der Effektstärke r nach Rosenthal
s	selbstständig
SuS	Schülerinnen und Schüler
Tab.	Tabelle
TIMSS	Third International Mathematics and Science Study
UG	Unterrichtsgespräch
VLMR	Vuong-Lo-Mendell-Rubin
VNoS	Views of Nature of Science

# 1 Einleitung

„Involving students in the processes of science brings them into the closest possible contact with the nature of scientific understanding, including its strengths, problems and limitations.”

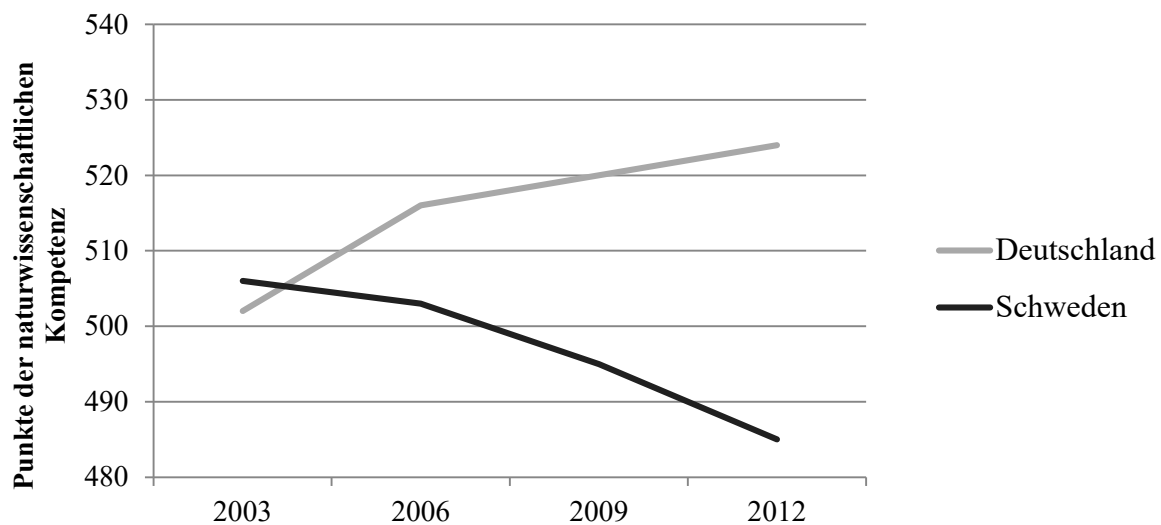
(Dunbar 1999, zitiert in van Joolingen, de Jong, & Dimitrakopoulout, 2007, S. 111)

Das Zitat spricht eines der wichtigsten Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts an – die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung für ein detailliertes Verständnis der in den Naturwissenschaften ablaufenden Prozesse. Weiterhin sollen Schülerinnen und Schülern Kompetenzen im kritischen Umgang mit naturwissenschaftlichen Schlussfolgerungen und von aus ihnen hervorgehenden Entscheidungen erwerben (Baumert et al., 2003). Die Realisierung dieses Ziels ist von vielen Faktoren abhängig. Einen großen Einfluss auf das Schülerlernen und die Vermittlung von Fähigkeiten und Fertigkeiten haben im Allgemeinen unter anderem die Lehrkraft selbst, die curricularen Vorgaben sowie die Umsetzung des Unterrichts (Hattie, 2009). Dabei sind zum einen sowohl das Lehrerhandeln als auch die Umsetzung des Unterrichts durch bewusste Entscheidungen und Handlungsweisen gekennzeichnet; zum anderen gibt es Aspekte, die unreflektiert ablaufen. So lassen sich im Unterricht Muster finden, die meist unbewusst vorliegen und sowohl von Lehrerinnen und Lehrern als auch von Schülerinnen und Schülern routiniert ausgeübt, aber nicht hinterfragt werden. Diese Handlungsmuster geben den Beteiligten Sicherheit und treten innerhalb einer durch dieselbe Unterrichtskultur geprägte Gemeinschaft auf (Dann, 1994; Seidel, 2003; Stigler & Hiebert, 1998). Stigler, Gonzales, Kawanka, Knoll und Serrano (1999) argumentieren, dass diese Muster insbesondere durch internationale Vergleiche sichtbar gemacht werden können (vgl. Stigler & Hiebert, 1999; Stigler, Gallimore, & Hiebert, 2000). Das Aufzeigen dieser Handlungsmuster ermöglicht die Erkennung von Routinen, die den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler betreffen und ggf. die Veränderung und Verbesserung von Unterricht.

An Befunde vorheriger Studien (z.B. Björkman & Tiemann, 2013; Börlin, 2012; Pauli & Reusser, 2006; Roth et al., 2006; Oser & Patry, 1990; Seidel, 2003) anknüpfend, werden in dieser Arbeit Handlungsmuster im Chemieunterricht betrachtet. Für einen internationalen Vergleich werden Handlungsmuster sowohl im deutschen und schwedischen Chemieunterricht als auch im Chemieunterricht der deutschen Sekundarstufe I und II identifiziert und verglichen. Schwedischer Chemieunterricht ist für diesen Vergleich gut geeignet, weil sich trotz gesellschaftlicher Parallelen die beiden Unterrichtskulturen und deren Entwicklung recht stark voneinander unterscheiden (z.B. Skolverket, 2007; 2008; 2011). Während einst durch die Ergebnisse der PISA-Studie unter anderem die nordischen Länder Vorbild für die Umsetzung guten (naturwissenschaftlichen) Unterrichts waren, ließen sich im Laufe weiterer Untersuchungen unterschiedli-



che Entwicklungen im Bereich naturwissenschaftlicher Kompetenzen beobachten: schwedische Schülerinnen und Schüler zeigten in Folgestudien immer geringere Kompetenzausprägungen – für Deutschland zeigte sich eine gegenteilige Entwicklung (Abb. 1.1).



**Abbildung 1.1:** Ergebnisse im Bereich des naturwissenschaftlichen Wissens der PISA-Studien 2003 bis 2012 von Deutschland und Schweden (eigene Darstellung); Rost, Walter, Carstensen, Senkbeil & Prenzel, 2004; Schiepe-Tiska, Schöps, Rönnebeck, Köller & Prenzel, 2013; Skolverket, 2004; Skolverket, 2007; Skolverket, 2010; Skolverket, 2013c.

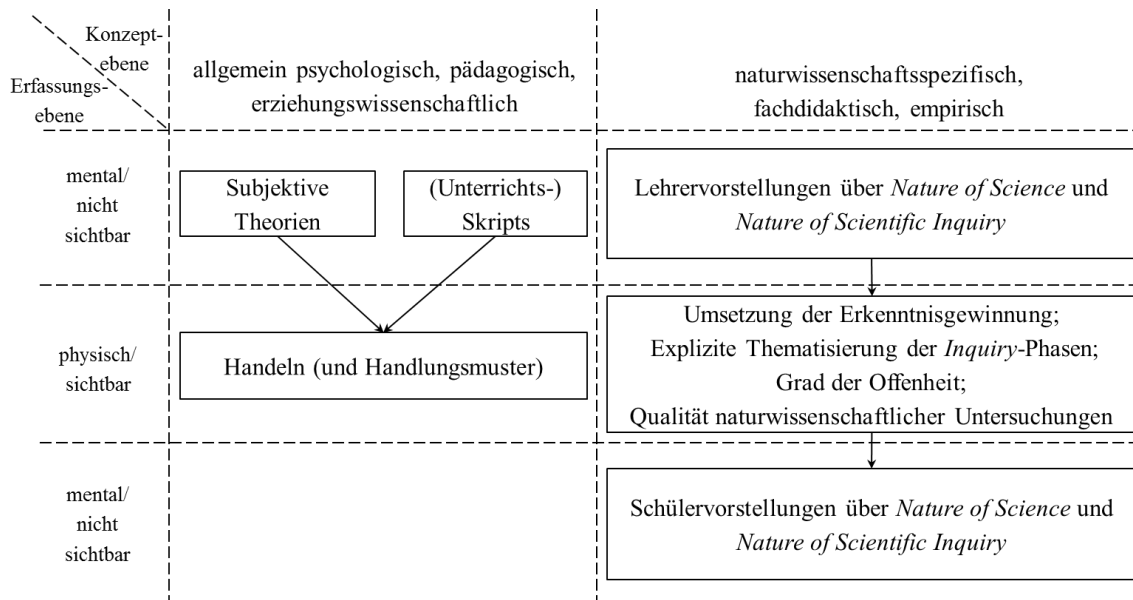
Dies lässt vermuten, dass sich im Chemieunterricht dieser Länder unterschiedliche Handlungsmuster identifizieren lassen.

Insbesondere Handlungsmuster bei der Umsetzung von Erkenntnisgewinnung (*Scientific Inquiry*) – als essentieller Teil der naturwissenschaftlichen Grundbildung – sind in der Chemie sowohl kulturspezifisch als auch schulstufenspezifisch noch wenig untersucht. Erste internationale (z.B. Björkman & Tiemann, 2013; Börlin, 2012; Roth et al., 2006) und schulstufenübergreifende Vergleiche (z.B. Laux, Möller & Lange, 2013) lieferten bereits Hinweise auf die Existenz unterschiedlicher Handlungsmuster. Es ist notwendig, auf diesen Erkenntnissen aufzubauen und darüber hinaus zu überprüfen, ob die Umsetzung von Erkenntnisgewinnungsprozessen bzw. von *Scientific Inquiry* sowohl auf praktischer als auch auf metakognitiver Ebene erfolgt (AAAS, 1993; Mayer, 2007; Labudde & Möller, 2012). Da das Konzept *Scientific Inquiry* mit dem von *Nature of Science* eng verbunden ist (National Research Council, 1996; Bybee, 2006; Labudde & Möller, 2012), werden zudem Aspekte des Naturwissenschaftsverständnisses der Lehrkräfte sowie der Schülerinnen und Schüler und die Zusammenhänge zur Umsetzung im Chemieunterricht untersucht (z.B. Capps & Crawford, 2013; Carter & Norwood, 1997; Luft, Roehrig, & Patterson, 2003; Martin-Dunlop, 2013; Mellado, 1998; Pomeroy, 1993; White, Deal, & Deniz, 2004).

So kann die (möglicherweise defizitäre) Umsetzung von Erkenntnisgewinnung erklärt werden. Mit Hilfe der Erkenntnisse dieser Studie werden darüber hinaus das Schließen weiterer Lücken innerhalb der *Inquiry*-Forschung ermöglicht und Gründe für eventuelle Zusammenhänge in Bezug auf das Schülerlernen im Chemieunterricht gefunden.

## 2 Theoretischer Hintergrund

Im folgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen der Studie vorgestellt. Um ein grundlegendes Verständnis diesbezüglich aufzubauen, bedarf es einer genaueren Betrachtung der in Abbildung 2.1 als Kästchen dargestellten Bereiche:



**Abbildung 2.1:** Theoretische Grundlagen der dieser Studie zugrundeliegenden Konstrukte und Ebenen; verändert und erweitert nach Blömeke, Eichler und Müller (2003) und Blömeke, Müller und Eichler (2005).

Zu Beginn des Kapitels wird das Konstrukt Handlungsmuster und deren Einflussfaktoren (2.1) vorgestellt und näher beleuchtet. Im Anschluss daran werden empirische Erkenntnisse im Hinblick auf Handlungsmuster im Unterricht vorgestellt (2.2). Thematisiert wird der Forschungsstand unterrichtlicher Muster der mathematik- und naturwissenschaftsdidaktischen Forschung.

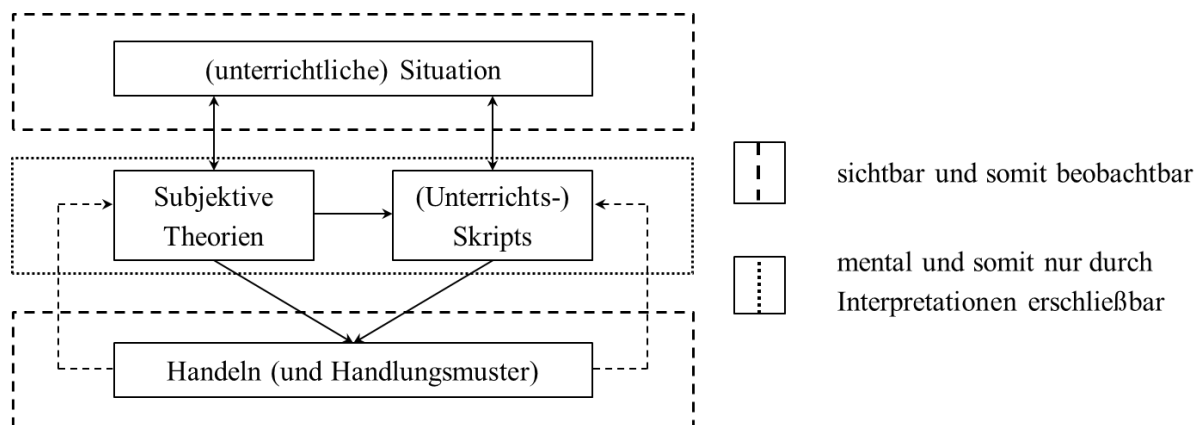
In Abschnitt 2.3 wird anschließend zum einen das naturwissenschaftsbezogene Konstrukt *Nature of Science* betrachtet, wobei hier Verknüpfungen zu den anfangs dargestellten subjektiven Theorien der Lehrkräfte und der Schülerinnen und Schüler vorgenommen werden. Zum anderen wird das Konzept *Scientific Inquiry* aufgegriffen, wobei der Begriff *Scientific Inquiry*, lehrer- und schülerbezogene Vorstellungen zu *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* sowie empirische Ergebnisse hinsichtlich Schwierigkeiten und die Umsetzung von *Scientific Inquiry* im naturwissenschaftlichen Unterricht thematisiert werden.

### 2.1 Handlungsmuster und deren Einflussfaktoren

Um Unterricht verstehen und ggf. verändern zu können, ist die Identifizierung von unterrichtlichen Mustern, so genannten Handlungsmustern, notwendig. Ganz allgemein stellen Handlungsmuster unterrichtliche Handlungsformen dar, die regelmäßig im Unterricht zu beobachten sind (Seidel & Prenzel, 2004).

Die Untersuchung von Handlungsmustern in der internationalen und nationalen empirischen Bildungsforschung ist im Bereich der Oberflächenmerkmale schon weit vorangeschritten (u.a. Blömeke et al., 2005; Hugener, 2008; Janík, Miková, Najvar, & Najvarová, 2006; Pauli & Reusser, 2003; Reyer, 2004; Seidel, 2003; Stigler et al., 1999) wohingegen die Auseinandersetzung mit Merkmalen der Tiefenstruktur in vielen Bereichen noch Lücken aufweist.

Zum Verständnis von Handlungsmustern und deren Einflussfaktoren dient das heuristische Modell von Kognitionen und Handlungen (Abb. 2.2), entwickelt von Blömeke und Kolleginnen (2003; 2005).



**Abbildung 2.2:** Heuristisches Modell von Kognitionen und Handlungen; verändert nach Blömeke et al. (2003, S. 108).

Im Mittelpunkt des Modells stehen die subjektiven Theorien sowie die Unterrichtsskripts der am Lehr-Lern-Prozess beteiligten Personen. Diese stellen mentale, handlungsgeleitete Kognitionen dar, die einen Einfluss auf das Handeln – als auch auf Handlungsmuster – ausüben. Während subjektive Theorien „komplexe Überzeugungen des Individuums zu grundlegenden Fragen des Lehrens und Lernens“ (Blömeke et al., 2003, S. 108) darstellen, können Unterrichtsskripts als situationsspezifische „didaktische Routinen“ (ebd., S. 108) bezeichnet werden. Handlungen haben wiederum rückwirkend einen Einfluss auf die subjektiven Theorien und Unterrichtsskripts und können diese somit verändern. Die gegenstandsbezogenen subjektiven Theorien üben einen direkten Einfluss auf Unterrichtsskripts aus, die daher als situationsbezogene, handlungsleitende Kognitionen betrachtet werden können (Blömeke et al., 2003). Im Gegensatz zu den Handlungsmustern sind subjektive Theorien und Skripts nicht beobachtbar, sondern lassen sich nur durch Interpretation der Handlungsmuster erschließen (Blömeke et al., 2005).

### 2.1.1 Handlungsmuster

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, sich dem Begriff „Handlungsmuster“ zu nähern. Darüber hinaus haben sich verschiedene Ansätze und Terminologien im Laufe der letzten 50 Jahre diesbezüglich entwickelt. Ursprünglich stammt der Begriff „Handlungsmuster“ aus der Sprach- bzw. Kommunikationsforschung (Ehlich, 2007; Ehlich & Rehbein, 1986; Ehlich &

Rehbein, 1979a; Ehlich & Rehbein, 1979b; Ehlich & Rehbein, 1977). Ehlich & Rehbein (1979, 1977) untersuchten Strukturen des Wissens durch die Analyse von Kommunikationsstrukturen im Unterricht. Mit Hilfe von Videoaufnahmen im Rahmen des Projekts „Kommunikation in der Schule [Kids]“ (Ehlich & Rehbein, 1977) konnten dabei sechs sprachliche Struktur- oder Wissens-„Typen“ identifiziert werden. Einen dieser Typen stellt das Musterwissen dar, das anders als andere Wissenstypen von kollektiv „geteilten Formen der Handlungsorganisation“ (Ehlich & Rehbein, 1977, S. 66) abhängt und auf die gesellschaftliche Entwicklung zurückzuführen ist (ebd., 1977). Dabei wird davon ausgegangen, dass bei Kommunikationsprozessen die einzelnen Sprechhandlungen „zu größeren Einheiten [...] synthetisiert“ (Ehlich, 2007, S. 49) werden, die wiederum zu ausgearbeiteten gesellschaftlichen Handlungsmustern führen. Diese Handlungsmuster, auf die jederzeit zurückgegriffen werden kann, sind situations- und institutionsabhängig (Ehlich, 2007). So weisen auch Schul- und Unterrichtssituationen routinierte Handlungsmuster auf (Ehlich & Rehbein, 1986). Allerdings beziehen sich Handlungsmuster (im schulischen Kontext) nicht nur auf das Sprechhandeln, sondern auch auf das praktische Handeln (Aebli, 1993). Während sprachliche Handlungen mentale Tätigkeiten umfassen (Ehlich & Rehbein, 1979b), handelt es sich bei Handlungsmustern aus Sicht der Bildungsforschung „um hoch automatisierte und routinierte Muster unterrichtlicher Interaktionen“ (Seidel & Prenzel, 2004, S. 190). Sie stellen „verinnerlichte Formen der Aneignung von Wirklichkeit“ (Meyer, 1988a, S. 127) dar. Diese sind – genau wie sprachliche Handlungsmuster – ebenso gesellschaftlich über lange Zeit entwickelt worden. Sowohl Lehrende als auch Lernende verfügen über eine verinnerlichte und ritualisierte Grundstruktur von Unterricht. Handlungsmuster geben Strukturen vor, auf deren Grundlage Unterricht auf der Ebene der Unterrichtsmethoden bzw. der sprachlichen Lehrer- und Schülerbeiträge inhaltlich und methodisch variiert werden kann (Meyer, 1988a; Meyer, 1988b; Seidel & Prenzel, 2004). Auf der Grundlage dieser Strukturen lassen sich Handlungsmuster beobachten (Wild, 2001).

Im Laufe der Entwicklung empirischer Bildungsforschung haben sich verschiedene Begrifflichkeiten für den Terminus „Handlungsmuster“ herausgebildet (Tab. 1.1).

**Tabelle 1.1:** Alternative Begriffe für den Terminus *Handlungsmuster*.

Alternativer Begriff für „Handlungsmuster“	Quelle
Choreographie, Orchestrierung	(Oser & Patry, 1990)
Muster (übersetzt: patterns)	(Seidel & Prenzel, 2006; Seidel & Prenzel, 2004; Stigler et al., 2000)
prototypes	(Colcombe & Wyer, 2002)
Verlaufsmuster, Inszenierungsmuster	(Hugener, Pauli, & Reusser, 2007; Pauli & Reusser, 2003)
Unterrichtsmuster	(Reyer, 2004)

Tabelle 2.1 macht deutlich, dass das Feld der Handlungsmuster sehr breit ist und unterschiedliche Terminologien bestehen. So verwenden die Forschenden unterschiedliche Begriffe, aber konzeptuell erforschen sie das Gleiche – unterrichtliche Muster.

### 2.1.2 Subjektive Theorien von Lehrerinnen und Lehrern

Im Allgemeinen sind subjektive Theorien „Aussagen- und Überzeugungssysteme“ (Helmke, 2012, S. 115). Sie weisen eine ähnliche Struktur auf wie wissenschaftliche Theorien (Dann, 1994; Helmke, 2012; Scheele & Groeben, 1988) und üben einen Einfluss auf das unterrichtliche Handeln aus (Dann, 1994; Fischler, Schröder, Tonhäuser, & Zedler, 2002; Helmke, 2012; Markic, Eilks, van Driel & Ralle, 2009; Wahl, 2001). Die Beeinflussung von Unterrichtssituationen durch subjektive Theorien wird in Abbildung 2.2 nochmals deutlich. Subjektive Theorien werden kulturell<sup>1</sup> und institutionell beeinflusst und entwickeln sich durch konsistente Sozialisationsprozesse (Dann, 1994).

Der Ursprung des Konzepts der subjektiven Theorien lässt sich in der Sozialpsychologie finden (Kallenbach, 1996) und ist im deutschsprachigen Raum zu verorten (Bromme, 1997). Ausgehend von der allgemeinen Psychologie subjektiver Konstrukte (Kelly, 1955), interpersoneller Relationen (Heider, 1958) und naiven Verhaltenstheorien (Laucken, 1974), bezog Heckhausen (1976) diese „vorwissenschaftlichen Grundüberzeugungen“ (S. 7) auf den Unterricht: „In beiden Fällen sind es naive Verhaltenstheorien [...], die das Verhalten [von Lehrkräften] in unterschiedlicher Weise beeinflussen. Sie bestimmen die Reaktion der Lehrkräfte und damit die Wirkung auf den Schüler“ (Heckhausen, 1976, S. 7). Zu dieser Zeit waren die Forscherinnen und Forscher noch von dem vorherrschenden Prozess-Produkt-Paradigma überzeugt.

In den 1970er Jahren erlangte das Konzept der subjektiven Theorien auch in der empirischen Bildungsforschung immer mehr an Bedeutung. Ursache dafür war die Veränderung der Sichtweise, Schülerleistungen würden direkt durch das Lehrerhandeln beeinflusst werden. Es wurde deutlich, dass Lehrerhandeln zwar einen direkten Einfluss auf das Schülerhandeln hat, aber nur einen indirekten auf das Schülerlernen. Neue Ansätze schlugen eine kognitiv orientierte Forschungsrichtung ein, worin vielmehr das Können und Wissen der Lehrkräfte einflussgebend für die Entwicklung der Schülerleistungen waren – die Lehrkraft also als Expertin oder Experte mit bestimmten Kompetenzen fungiert (Bromme, 1997; Kallenbach, 1996).

---

<sup>1</sup> Bezugnehmend auf den Kulturbegriff beschreibt Kultur allgemein „die erlernten oder sonstwie (!) angeeigneten, über Nachahmung und Unterweisung tradierten, strukturierten und regelmäßigen, sozial verbreiteten und geteilten Gewohnheiten, Lebensweisen, Regeln, Symbolisierungen, Wert- und Wissensbestände der Akteure eines Kollektivs, einschließlich der Arten des Denkens, Empfindens und Handelns“ (Esser, 2001, S. IX). Dieses Zitat fasst zusammen, was in dieser Studie unter Kulturspezifität verstanden wird. Im Mittelpunkt steht dabei das Kriterium der Handlungen im Unterricht.

In einem Überblickartikel über subjektive Theorien von Lehrerinnen und Lehrern definieren Mandl und Huber (1983) dieses Konstrukt als aktualisierbare Kognitionen, „in denen sich ihre [der Lehrerinnen und Lehrer] subjektive Sichtweise des Erlebens und Handelns niederschlägt und die untereinander in einem Argumentationszusammenhang stehen“ (Mandl & Huber, 1983, S. 98). Da pädagogisch praktisches Handeln durch Lehrerinnen und Lehrer notwendig ist, werden subjektive Theorien automatisch konstruiert. Diese Überzeugungen stellen daher Erfahrungsbestände dar, die die Interaktion der Lehrerinnen und Lehrer mit ihren Schülerinnen und Schülern beeinflussen (Heckhausen, 1976; Mandl & Huber, 1983). Unterrichtliches Handeln wird folglich von Verhaltenstheorien geleitet und ist bei der Beurteilung und Vorhersage von Schülerverhalten und bei der Auswahl eigener Handlungsmöglichkeiten davon abhängig. Für das Lehrerverhalten nehmen subjektive Theorien – wenn auch unbewusst – daher eine tragende Rolle ein, da diese ihnen einen schnellen und problemlosen Umgang in unterrichtlichen Alltagssituationen ermöglichen. Gleichzeitig vermitteln subjektive Theorien, dem Wortlaut „subjektiv“ entsprechend, der jeweiligen Lehrkraft auch einen starken Eindruck von Sicherheit gegenüber ihren Einstellungen und dem, was sie wahrnehmen und erwarten. Die Veränderung von subjektiven Theorien ist daher meist sehr langwierig, auch wenn den Lehrkräften andere bzw. neue Informationen vermittelt werden (Mandl & Huber, 1983).

Im Jahr 1988 wurde das Thema aufgegriffen und Groeben, Wahl, Schlee und Scheele (1988) gaben ein Sammelwerk zum Forschungsprogramm „Subjektive Theorien“ heraus. Das Werk stellt eine Zusammenfassung vieler Fragen in Bezug auf das Konstrukt der subjektiven Theorien dar. Der schulische Kontext ist dabei Mittelpunkt, wobei subjektive Theorien „Kognitionen der Selbst- und Weltsicht“ [darstellen, die] „im Dialog-Konsens aktualisierbar und rekonstruierbar sind (Groeben, 1988, S. 22)“. Schlee (1988) postuliert darin, dass sich in dem Konstrukt der subjektiven Theorien alle Aspekte des Handelns wiederfinden und sie „in diesem Verständnis die komplexeste Form der für Handlungen zentralen Merkmale von Intentionalität, über Reflexivität, sprachliche Kommunikationsfähigkeit bis hin zur potentiellen Rationalität“ (Schlee, 1988, S. 17) darstellen.

Während Ende der 1980er Jahre mehrheitlich die Existenz subjektiver Theorien betrachtet wurde, verlagerte sich die Diskussion – angesprochen bereits bei Mandl und Huber (1983) – immer mehr auf die Seite der Schwierigkeit der Veränderung von subjektiven Theorien. So sieht Dann (1994) in der Möglichkeit der Bewusstmachung und Veränderung – meist unbewusster – subjektiver Theorien den Schlüssel zur Verbesserung von Unterricht, aber auch erhebliche Schwierigkeiten. Er definiert subjektive Theorien als „relativ stabile kognitive Strukturen [...], die gleichwohl durch Erfahrung veränderbar sind. [...] Subjektive Theorien sind teilweise implizit [...], teilweise aber dem Bewußtsein (!) des Handelnden zugänglich“ (S. 166). Weiterhin fungieren subjektive Theorien handlungsleitend sowie -steuernd und haben die Eigenschaft, dass sie das „beobachtbare Verhalten im Rahmen zielgerichteten Handelns (S. 167)“ beeinflussen und über diese sichtbar werden (Abb. 2.2). Die Bewusstmachung von subjektiven Theorien ist also notwendig für eine nachhaltige Veränderung und Verbesserung des Unterrichts (Dann, 1989; Dann, 1994; Helmke, 2012). Von Bedeutung sind dabei

einerseits subjektive Theorien anderer Lehrerinnen und Lehrern und andererseits wissenschaftliche Theorien. Im Mittelpunkt einer nachhaltigen Veränderung bestehender, subjektiver Theorien steht die Integration neuer subjektiver Theorien in das praktische Handeln (Dann, 1989; Dann, 1994; Hagg & Mischo, 2003).

In Bezug auf die Erfassung subjektiver Theorien können diese einerseits indirekt über das unterrichtliche Handeln untersucht werden, da diese zueinander in Verbindung stehen (Abb. 2.2); andererseits erfolgt die Erforschung subjektiver Theorien direkt durch die Erfassung „von individuellen Überzeugungen, subjektiven Interpretationen, naiven Schlussfolgerungen, persönlichen Handlungsmöglichkeiten und Handlungsgewohnheiten in der Auseinandersetzung mit pädagogischen Situationen“ (Mandl & Huber, 1983, S. 98) in Form von Befragungen.

Die Literatur weist ein breites Methodenrepertoire auf, das meist auf qualitativen Forschungsansätzen beruht. Dazu gehört beispielsweise die Methode der freien Beschreibung, das Leitfaden-Interview, das Grid-Verfahren, die Methode des lauten Denkens sowie die Methode des Struktur-Lege-Verfahrens (König, 1995). Auf quantitativer Ebene dient vor allem die Fragebogen-Methode zur Identifizierung subjektiver Theorien von Lehrkräften (Priemer, 2006; Fischler, 2001).

Lehrervorstellungen sowie Schülervorstellungen – letzteres nimmt in der empirischen Bildungsforschung ebenfalls einen großen Stellenwert ein (u.a. Hosenfeld, 2002; König, 1995; Leder, Pehkonen, & Törner, 2002) – werden, konkret bezogen auf das Naturwissenschaftsverständnis, in Abschnitt 2.3 aufgegriffen.

### 2.1.3 Unterrichtsskripts

Subjektive Theorien beeinflussen Unterrichtsskripts, die wiederum unterrichtliches Handeln beeinflussen. Handlungsmuster stellen somit ein beobachtbares Abbild dieser Skripts und der subjektiven Theorien dar (Abb. 2.2). Das ist der Grund, weshalb Handlungsmuster und Unterrichtsskript oftmals in der Literatur synonym verwendet werden (Dalehefte, 2006; Seidel, 2003; Seidel & Prenzel, 2004) und dennoch voneinander abgegrenzt werden müssen, da Unterrichtsskripts mentale Repräsentationen von Unterricht darstellen, die in Form der direkt beobachtbaren Handlungsmuster im Unterricht sichtbar werden.

Grundlegend für das Konzept der Skripts waren die Untersuchungen von so genannten *frames* (Minsky, 1975). Minsky (1975, S. 212) definiert „a frame is a data-structure for representing a stereotyped situation, like being in a certain kind of living room, or going to a child's birthday party“. Hier wird deutlich, dass man über ein Wissen hinsichtlich der Einschätzung neuer Situationen verfügt. Mit Hilfe dieser *frames* können Situationen und Objekte kategorisiert sowie Handlungsabläufe passend zu der jeweiligen Situation ausgewählt werden (Bachmann, 1998). Darauf aufbauend verwenden Schank und Abelson (1977) in ihrem Werk *Scripts, plans, goals and understanding* erstmals den Begriff „Skripts“ für eine bestimmte Abfolge von Ereignissen in einem bestimmten Kontext. Dabei gebrauchen sie unterschiedliche, alltägliche Kontex-

te, wie einen Restaurantbesuch oder eine Geburtstagsfeier, um zu illustrieren, dass Handlungen in bestimmten Schritten ablaufen (Schank & Abelson, 1975). Durch eigene Erfahrungen werden viele dieser kulturspezifischen stereotypischen Abfolgen mit wiederum persönlichkeitspezifischen Merkmalen entwickelt und abgespeichert. Dabei transferiert eine Person ihr generelles Wissen auf eine spezielle Situation, um eine bestimmte routinierte Handlung ablaufen zu lassen (Bower, Black, & Turner, 1979; Mandler, 1984).

Aebli (1993; 2006) übersetzt Schanks und Abelsons Skriptbegriff auch als Drehbuch, verwendet aber für seine eigene Darstellung von Handlungsprozessen hingegen den Begriff der Handlungsschemata. Er macht deutlich, dass Handlungen erst übernommen werden, wenn sie in das subjektive Handlungswissen integriert werden (Aebli, 1993). Dabei sind sie durch drei Eigenschaften gekennzeichnet. Erstens werden sie ganzheitlich gespeichert und „müssen nicht jedesmal (!) neu erfunden werden; ihr Ablauf ist gelernt und als ganzer abrufbar“ (Aebli, 2006, S. 185). Folglich können Handlungsabläufe somit auch automatisiert werden. Zweitens sind sie reproduzierbar und leicht abrufbar und drittens sind sie bei erfolgreicher Durchführung auf ähnliche Handlungssituationen übertragbar (Aebli, 2006).

Der von Aebli (1993, 2006) etablierte Begriff „Handlungsschema“ muss dennoch nach Ansicht vieler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von dem des Skriptes abgegrenzt werden. Schemata stellen demnach Wissensseinheiten dar, die bei der Verarbeitung von Informationen bestimmte Annahmen und Vorstellungen aktivieren. Skripts sind Varianten der Schemata und beziehen sich auf konkrete Situationen und deren Abläufe (Spada, 1992). Seifert, Abelson, McKoon und Ratcliff (1986) machen darüber hinaus darauf aufmerksam, dass Schemata sehr starre Konstrukte sind, die nicht an fremde, non-stereotypische Situationen angepasst werden können. Weiterhin können sie nicht verändert werden, wenn ein erfolgloses Schema ausgewählt wurde. Zuletzt ist ein Schema immer nur auf einen Kontext bezogen und dies schließt aus, dass gleiche Schemata zu unterschiedlichen Kontexten abgerufen werden. Dies trifft nicht auf Skripts zu (Bachmann, 1998; Seifert et al., 1986). Ferner erläutert Bachmann (1998), dass Skripts eher den *frames* ähneln und „prototypische Folgen von Situationen und Ereignissen [sehr individuell und] durch persönliche Erfahrungen und Beobachtungen“ (S. 30) geprägt sind.

Während sich der Begriff des Skripts auf allgemein kognitionspsychologische Aspekte bezieht, stehen Unterrichtsskripts im Zusammenhang mit einer konkreten unterrichtlichen Situation. Ausgehend von rein mentalen Abläufen ermöglichen sie das Beschreiben des Unterrichts. So zeigen erste Studien (Lambiotte et al., 1988; Oser & Patry, 1990), dass die zu beobachtenden unterrichtlichen Handlungsmuster eine ganz bestimmte, charakteristische Abfolge aufzeigen (Gruber, Prenzel, & Schiefele, 2001).

Globale Bedeutung erlangte das Konzept der Unterrichtsskripts durch die TIMS-Videostudien (Third International Mathematics and Science Study) 1995 und 1999, die erstmalig auf kulturspezifische Unterrichtsskripts in verschiedenen Ländern aufmerksam machten (Stigler et al., 1999).



Anhand dieser Studien konnte gezeigt werden, dass Unterrichtsqualität nicht abhängig von einer bestimmten Unterrichtsmethode, -konzeption oder -strategie ist, sondern sich vielmehr durch die sinnvolle „Orchestrierung“ (Aebli, 1993; Oser & Patry, 1990) unterschiedlicher didaktischer Anwendungen und Handlungsformen auszeichnet (Seidel et al., 2002). Diese Qualitätsaspekte können eben durch die Erfassung von Unterrichtsskripten aufgezeigt werden (Seidel & Prenzel, 2006). Weiterhin visualisiert die Auseinandersetzung von unterrichtlichen Skripts das Unterrichtsverhalten und im Unterricht ablaufende Lernprozesse und verdeutlicht, wie Unterrichtsskripts Aktivitäten von Lehrenden und Lernenden steuern (Gruber, Prenzel, & Schiefele, 2001).

Um das Skriptkonzept von der kognitionspsychologischen Perspektive in die Unterrichtsebene zu übertragen, hat Seidel (2003, S. 35) im Sinne Schank und Abelsons (1977) fünf Merkmale zur Charakterisierung von Unterrichtsskripten formuliert:

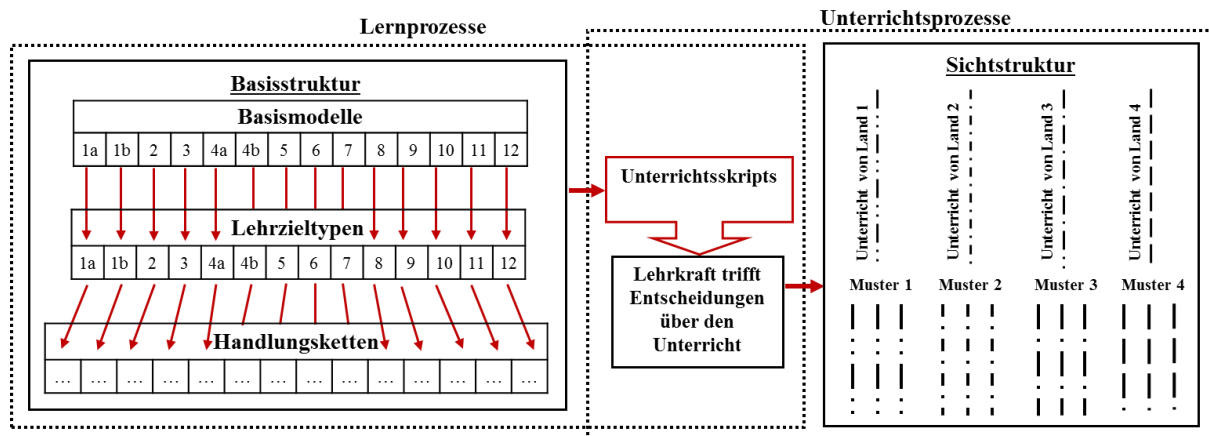
- 1) Unterrichtsskripts stellen eine Struktur zur **Beschreibung der Abfolge** von Ereignissen im Unterricht dar;
- 2) sie zeigen **kulturell geteiltes Wissen** über Unterricht mit seinen Eigenschaften, Rollen, Konditionen und erwarteten Ergebnissen auf;
- 3) das im Unterrichtsskript **gespeicherte implizite Wissen** ermöglicht die Erleichterung des Unterrichtsablaufs, wodurch der Ablauf und wesentliche Kennzeichen für die beteiligten Personen nicht ständig neu expliziert werden müssen; beispielsweise bewirkt die Ankündigung eines Diktats durch die Lehrperson das Aufrufen von dafür relevanten Skriptmerkmalen und die Aktivierung von Verhaltensmustern bei Schülern;
- 4) die Unterrichtsskripts sind durch einen **hohen Automatisierungsgrad** gekennzeichnet und damit schwer durch die beteiligten Personen veränderbar und
- 5) die Unterrichtsskripts weisen **Variationen im Ablaufmuster** auf, die u.a. auf unterschiedliche Facheinflüsse zurückgeführt werden.

Viele Forschungsgruppen sahen und sehen in der empirischen Untersuchung von Unterrichtsskripten eine Möglichkeit, die komplexen im Unterricht ablaufenden Prozesse sichtbar und somit beschreibbar zu machen (Hugener et al., 2007; Klieme, 1999; Pauli & Reusser, 2003; Seidel et al., 2002).

Einen Zugang zur theoretischen Grundlage von unterrichtlichen Gestaltungsprozessen, Unterrichtsskripten und Handlungsmustern liefert die Theorie der Basismodelle. Diese geht im Wesentlichen auf das Projekt „Choreographien unterrichtlichen Lernens“ von Oser und Patry (1990) zurück. Reyer (2004) hat die Basismodelltheorie zur Anwendung im Physikunterricht weiter entwickelt und diese für die Unterrichtsforschung naturwissenschaftlicher Fächer adaptiert.

Dem Ansatz zur Beschreibung von Lehr-/Lernprozessen nach Oser & Patry (1990) liegt die Annahme zugrunde, „daß (!) erfolgreiches Lernen kein Zufall, sondern das Produkt optimal geplanter und gesteuerter Lernprozesse ist“ (Wagner, 1999, S. 1).

Dabei hat die Lehrperson die Aufgabe, diese Lernprozesse zu initiieren (Wagner, 1999). Im Hinblick auf den Unterricht unterscheidet die Basismodelltheorie zwischen Lernprozessen und Unterrichtsprozessen (Oser & Baeriswyl, 2001; Oser, Patry, Elsässer, Sarasin, & Wagner, 1997) und beschreibt den Unterricht in einem Zwei-Ebenen-Modell (Abb. 2.3).



**Abbildung 2.3:** Zusammenhang zwischen Lern- und Unterrichtsprozessen; nach Oser und Patry (1990), Reyer (2004) und Oser und Baeriswyl (2001).

Die erste Ebene – die so genannte Basisstruktur – umfasst Lernprozesse, Hypothesen, Regeln und subjektive Theorien der Lehrkräfte im Hinblick auf das Lernen. Diese befähigen die Lehrkraft, eine bestimmte „nicht sichtbare“ Sequenzierung von mentalen Operationen (Handlungskettenelemente) – beschrieben als Basismodelle – bei Schülerinnen und Schülern ablaufen zu lassen, um bestimmte Lernprozesse zu initiieren und gewünschte Inhalte zu vermitteln (Oser & Sarasin, 1995).

Mit der zweiten Ebene – der Sichtstruktur – lässt sich das Unterrichtsgeschehen beschreiben. Beispielsweise beinhaltet die Sichtstruktur zeitliche Abfolgen des Unterrichtsgeschehens sowie der Unterrichtsmethoden, Sozialformen, Instruktionsweisen und den Unterrichtsstil (Patry & Oser, 1994). Während Lehrerinnen und Lehrer eine große Wahlfreiheit gegenüber der Umsetzung dieser Unterrichtformen haben und dadurch auch selbstverantwortlich die Sichtstruktur ihres Unterrichts gestalten können, ist ihr Handlungsspielraum in Bezug auf die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler jedoch recht eingeschränkt und somit die Basisstruktur nicht veränderbar (Trendel, Wackermann, & Fischer, 2007; Oser & Patry, 1990).

Anhand eines umfangreichen Literaturreviews deskriptiver und explorativer Studien konnten zwölf gleichwertige Basismodelle des Unterrichts identifiziert werden (Oser & Patry, 1990). Eine ausführliche Auflistung der Basismodelle, der dazugehörigen Zieltypen, Charakteristika und Sichtstrukturmerkmale bieten Oser und Baeriswyl (2001). Problemlösen ist ein Beispiel eines solchen Basismodells. Jedem Basismodell kann exakt ein Lehrzieltyp zugeordnet wer-

den. Beim Problemlösen ist das Lehrziel „Problemlösen unter Erkenntnisgewinnung“. Um dieses bestimmte Lehrziel zu erreichen, soll in den Unterricht eine Handlungskette ausgelöst werden, also eine Abfolge didaktischer Operationen. Für das Basismodell des Problemlösens ist das erste Element der Handlungskette die „Analyse des Ist-Zustandes“, es folgen die „Formulierung des Soll-Zustandes“ und der „Entwurf von Hypothesen zum Zweck der Transformation des Ist-Zustandes in den Soll-Zustand“. Im Anschluss werden im vierten Handlungskettenelement die Hypothesen getestet. Abschließend finden „Generalisierung und Transfer von Ergebnissen“ statt (Elsässer, 2000, S. 25). Die Reihenfolge innerhalb der Handlungskette ist nicht variabel (Patry & Oser, 1994).

Soll nun der Unterricht im Hinblick auf eines der Basismodelle gestaltet werden, trifft die Lehrkraft zuerst Entscheidungen über den Lernweg der Schülerinnen und Schüler bezüglich der festgelegten Handlungskette. Darin fließen Unterrichtsskripts der Lehrerinnen und Lehrer ein (Oser & Baeriswyl, 2001). Diese werden von der Basisstruktur und von den in der Basisstruktur enthaltenen subjektiven Theorien (Blömeke et al., 2005) beeinflusst.

Die von der Lehrkraft getroffenen Entscheidungen zum Ablauf des eigenen Unterrichts werden in der Sichtstruktur erkennbar, also in der methodisch relevanten zeitlichen Abfolge von Unterricht. Auch wenn mehrere Lehrerinnen und Lehrer das gleiche Lehrziel anstreben, so kann dennoch der Unterricht auf der Sichtstrukturebene – wie bereits erwähnt – unterschiedlich gestaltet sein, je nachdem, welche Auswahl an Gestaltungsmerkmalen getroffen wird. Im Idealfall werden bei den Schülerinnen und Schülern dennoch die gleichen beabsichtigten Handlungskettenelemente des Lernwegs aktiviert und folglich die gleichen Lernergebnisse und das gleiche Lehrziel erreicht (Oser & Baeriswyl, 2001).

Durch die Theorie der Basismodelle wurde eine Grundlage geschaffen, um Unterricht einerseits auf ganzheitlicher Ebene zu betrachten und andererseits unterrichtliche Muster – also Handlungsmuster – von Lehrerinnen und Lehrern zu identifizieren. Diese individuellen Handlungsmuster werden durch die Summe der im Unterricht ablaufenden Sichtstrukturen deutlich (Abb. 2.3).

Die Theorie der Basismodelle ermöglicht die Abbildung von Unterrichtsprozessen mit Hilfe der Sichtstruktur und Handlungsmustern. Lehr- und Lernprozesse sowie Unterrichtsprozesse überschneiden sich an dem Punkt, an dem die Lehrkraft die Entscheidungen über die Gestaltung des Unterrichts trifft.

### 2.1.4 Bedeutende Eigenschaften von Handlungsmustern und Unterrichtsskripts

Die Merkmale der Kulturspezifität sowie der Automatisierung von Unterrichtsskripts (Seidel, 2003) sind für die Fragestellung dieser Arbeit von zentraler Bedeutung. So zeigen Unterrichtsskripts „kulturell geteiltes Wissen über Unterricht mit seinen Eigenschaften, Rollen, Konditionen und erwarteten Ergebnissen auf“ (Seidel, 2003, S. 35). Auch schaffen die „relativ homogenen, kulturspezifischen Skripts einen Bezugsrahmen, in dem sich Lehrkräfte und Schüler selbstverständlich bewegen“ (Gruber, Prenzel, & Schiefele, 2001).

Weiterhin sind Unterrichtsskripts stark verinnerlichte, mentale Repräsentationen, die „durch einen hohen Automatisierungsgrad gekennzeichnet und damit schwer durch die beteiligten Personen veränderbar“ (Seidel, 2003, S. 35) sind.

Der hohe Automatisierungsgrad und die Kulturspezifität von Skripten führen dazu, dass diese innerhalb einer kulturellen Gemeinschaft unbewusst verinnerlicht werden, wodurch Beteiligten ihr Handeln nicht unmittelbar bewusst ist. Stigler und Hiebert (1998) sprechen in diesem Zusammenhang auch von *cultural scripts* in Anlehnung an den Skriptbegriff, die sich durch unbewusstes, kulturell geteiltes, generalisiertes Handlungswissen auszeichnen. Dabei machen zum einen die Unbewusstheit und zum anderen die Tatsache, dass unterrichtliches Agieren Teil eines komplexen Systems ist, die Modifikation von Handlungsmustern schwer (Stigler & Hiebert, 1998). Die unterrichtliche Weiterentwicklung wird folglich durch über lange Zeit verinnerlichte Gewohnheiten unterrichtlichen Handelns erschwert und verlangsamt, dessen Veränderung möglicherweise ähnlich lang dauert wie die Einstellung dieser Muster (Gruber, Prenzel, & Schiefele, 2001).

Eine Voraussetzung zur Veränderung von Handlungsmustern und somit von Unterrichtsskripten stellt in erster Linie die Bewusstmachung dieser Routinen dar. Die Identifikation von Gemeinsamkeiten und Unterschieden unterrichtlichen Handelns kann allerdings nicht stattfinden, wenn diese isoliert betrachtet werden. Erst ein Vergleich mit anderen Mustern macht dies möglich. Eine Möglichkeit, diese Gemeinsamkeiten und Unterschiede kulturell geteilter Unterrichtsskripts zu verdeutlichen, sind internationale oder interkulturelle Vergleiche (Hugener, Pauli, Reusser, Lipowsky, Rakoczy, & Klieme, 2009; Knipping, 2003; Prenzel et al., 2002; Stigler et al., 1999; Stigler et al., 2000; Stigler & Hiebert, 1999; Seidel & Prenzel, 2004; Seidel & Prenzel, 2006).

Stigler et al. (2000, S. 88) kommen zu dem Schluss „[...] we may be blind to some of the most significant features that characterize teaching in our own culture because we take them for granted as the way things are and ought to be. Cross-cultural comparison is a powerful way to unveil unnoticed but ubiquitous practices“. Obwohl ein internationaler Vergleich zur Identifizierung von Handlungsmustern demnach gefordert wird, zeigt die Forschungsrealität allerdings, dass ein solcher oft nicht durchführbar ist. Viele Studien versuchen Handlungsmuster meist durch den Vergleich unterschiedlicher Schulformen oder verschiedener Bundesländer zu identifizieren (Puhlmann & Tiemann, 2010; Reyer, 2004; Seidel & Prenzel, 2004; Yahya & Bader, 2008). Unterschiede sind hingegen vor dem Hintergrund eines internationalen Vergleichs fast gar nicht mehr zu erkennen (Baumert et al., 1997; Schmidt et al., 1996). Schmidt et al. (1996, S. 125) erklären dies so: „These intra-country similarities are so great compared to inter-country differences that it is often possible to characterize typical national patterns in classroom lessons. These characteristic patterns (...) could only be brought to light through multi-national, multi-cultural investigations“. Folglich stellt der Vergleich auf internationaler Ebene eine bessere Möglichkeit dar, Handlungsmuster zu identifizieren, als intranationale Vergleiche.

Durch einen Blick auf andere Kulturen wird ein Perspektivwechsel hervorgerufen (Pauli & Reusser, 2006), der routinierte Handlungs- und Vorgehensweisen im Unterricht den Lehrenden bewusst und das „Eigene am Fremden sichtbar macht“ (Seidel & Prenzel, 2004, S. 177). Dieser Blick ist unentbehrlich für die Veränderung von Unterricht, da eine kritische Betrachtung und Reflexion und eine damit verbundene Bewusstwerdung und Veränderung von unterrichtlichen Mustern ermöglicht wird. Als selbstverständlich wahrgenommene Praktiken können aus anderer Perspektive betrachtet werden, wodurch Unterrichtsformen anderer Kulturen in den eigenen Unterricht integriert werden können und diesen somit bereichern (Reusser & Pauli, 2003; Seidel & Prenzel, 2004; Stigler et al., 2000). Stigler et al. (2000, S. 87) begründen die Betrachtung anderer Unterrichtskulturen zur Verbesserung des eigenen Unterrichts folgendermaßen: „If cross-national achievement differences are tied to cultural variations in teaching, we may discover ways of teaching that work better than the ones our society routinely deploys. This would allow us to take advantage of the experience of others all over the world who share similar goals, at least in the domain of mathematics and science achievement, and from whom we can learn what alternatives are possible. Given the cultural diversity our teachers confront every day in their classrooms, it is surely a good idea to learn more about the diversity of teaching practices that have evolved around the world“. Aus diesem Grund spielt die Betrachtung der zwei bedeutsamen Eigenschaften der Unterrichtsskripts – die der Kulturspezifität und die der Automatisierung – eine große Rolle in der Argumentationskette der hier vorliegenden Studie und rechtfertigt diese in großem Maße.

### Zusammenfassung:

Handlungsmuster sind automatisierte, routinierte und kulturell geteilte Abläufe von Unterrichtsprozessen. Sie entstehen aus individuellen Unterrichtsskripten, die meist unbewusste Vorstellungen der Lehrkräfte über das unterrichtliche Handeln sowie ihrer subjektiven Theorien darstellen, wobei es sich dabei um Überzeugungen, Einstellungen und Ansichten der Lehrenden in Bezug auf die Prozesse des Lehren und Lernens handelt.

Unterrichtsskripte und subjektive Theorien – charakterisiert durch einen hohen Automatisierungsgrad und kulturell geteiltes Wissen – sind nicht direkt beobachtbar. Sie können nur durch die Untersuchung von Handlungsmustern und Befragungen sichtbar gemacht werden.

Um gemeinsame Strukturen unterrichtlichen Handelns zu identifizieren, bedarf es eines (internationalen) Vergleichs.

## 2.2 Empirische Ergebnisse zu Handlungsmustern

Die Identifikation von Handlungsmustern dient in erster Linie der Analyse von Unterrichtsqualität. Unterrichtsqualität entsteht unter anderem aus einem Kanon eines Angebots-Nutzungs-Gefüges (Helmke, 2012; Reusser & Pauli, 2003; Seidel et al., 2006a).

Die Bedeutung von Unterrichtsqualität und deren Einfluss auf schulische Leistungen von Schülerinnen und Schülern beschäftigt die psychologische, pädagogische und fachdidaktische Forschung seit Mitte der 1960er Jahre (Clausen, Reusser, & Klieme, 2003). Helmke (2005; 2012) hat in diesem Zusammenhang ein Angebots-Nutzung-Modell entwickelt und beschreibt, dass eine Vielzahl unterrichtlicher, kontextueller, individueller sowie soziokultureller (Reusser & Pauli, 2003) Merkmale davon abhängen, ob das Angebot von den Schülerinnen und Schülern nachhaltig genutzt wird.

Diesbezüglich können sechs Aspekte als Einflussfaktoren der Unterrichtsqualität ausgewiesen werden (Seidel et al., 2006b; Seidel & Prenzel, 2004; Seidel, Prenzel, Schwindt, Rimmel, Kobarg, & Dalehefte, 2009):

1. Die zeitliche Strukturierung des Unterrichts und die damit verbundene Auseinandersetzung der Lernenden mit dem Lerninhalt;
2. Gestaltung und Nutzung unterrichtlicher Aktivitäten
  - a. Zielorientierung
  - b. Lernbegleitung
  - c. Fehlerkultur
  - d. Rolle des Experiments und naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten;
3. Bezugnahme individueller (Lern)Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler;
4. Bereitstellung von Lerngelegenheiten zur selbstständigen Bearbeitung und Interpretation und
5. Schaffung motivational unterstützender Lerngelegenheiten.
6. Lernen ist ein allumfassender Prozess, in den sowohl kognitive, motivationale, affektive, fächerübergreifende als auch soziale Kompetenzen einfließen sollen.

Die genannten Qualitätsmerkmale weisen darauf hin, dass Unterrichtsqualität direkt von der Unterrichtsgestaltung und -struktur abhängt. Brophy (2001, S. 15) kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass unterrichtliche Gestaltungsmerkmale Aufschluss darüber geben, wie qualitativ hochwertig der Unterricht ist: „Research on learning tasks suggests that activities and assignments should be sufficiently varied and interesting to motivate student engagement, sufficiently new or challenging to constitute meaningful learning experiences rather than needless repetition, and yet sufficiently easy to allow students to achieve high rates of success (...)“.

Vor der Jahrhundertwende lag die Konzentration auf der Betrachtung isolierter bzw. einzelner Unterrichtsmerkmale (Clausen, 2002; Helmke, 2005; Seidel et al., 2006a). Studien wie TIMSS und PISA (Programme for International Student Assessment) können als erste Studien betrachtet werden, die anders als zuvor eine output-orientierte Forschung in den Mittelpunkt stellten, wobei dieser Output an erreichten Effekten und Ergebnisse gemessen wurde. Eine weitere Konsequenz der Ergebnisse dieser Studien war das Herstellen eines Zusammenhangs zwischen Gestaltung von Unterricht als einheitlichem Prozess und Unterrichtsqualität. Aus diesem Grund richtet ein Teil der derzeitigen Unterrichtsforschung ihren Fokus auf die ganz-

heitliche Erfassung von Unterricht, wobei die Orchestrierung und das Anwenden geeigneter Unterrichtsformen im Vordergrund stehen (Aebli, 2006; Bromme, 1997; Fischer et al., 2003; Oser & Patry, 1990). Auf der Basis dieser Forschungsentwicklungen entstand ein neues Paradigma der empirischen Unterrichtsforschung, das sich nach Klieme (2006, S. 765f) durch vier neue Grundannahmen auszeichnet:

- Unterricht als sozialer Prozess wie auch das darin verhandelte Wissen stellt eine Ko-„Produktion“ der beteiligten Personen dar.
- Lehrerhandeln „verursacht“ daher nicht Schülerlernen, sondern erschafft eine Lernumgebung als Raum von Lerngelegenheiten, die von den Beteiligten gemeinsam geformt und im Sinne eines Angebots je individuell genutzt werden.
- Prozesse und Ergebnisse von Unterricht sind durch die jeweiligen Ziele und Inhalte mit geprägt; Erkenntnisse über Zusammenhangsmuster sind also nur bedingt über Fächer und Inhalte hinweg verallgemeinerbar.
- Der institutionelle, soziale und kulturelle Kontext (z.B. implizite und explizite Handlungsnormen des schulischen Settings) beeinflusst den Unterricht bis in einzelne Interaktionszüge hinein.

Klieme (2006) macht durch diese Kernannahmen einerseits die Bedeutung der sozialen Interaktion in Unterrichtssituationen und somit die reversible Abhängigkeit der Lehrenden und der Lernenden deutlich. Andererseits wird die räumliche, kulturelle Abhängigkeit von Unterricht angesprochen. Diese gilt es in der deskriptiv-vergleichenden Unterrichtsforschung zu untersuchen.

Als problematisch erweist sich allerdings, dass Gestaltungsmerkmale einerseits nur indirekt über die Wahrnehmung der Teilnehmenden (z.B. über die Sichtweisen der Lehrenden oder der Lernenden) oder andererseits über die Wahrnehmung von außenstehenden Beobachtern erfassen lässt (Blömeke et al., 2005; Seidel, Blomberg, & Stürmer, 2010). Die Erfassung von Handlungsmustern wird weitestgehend durch die zweite Variante bewältigt. Dies kann auch aus Abb. 2.2 – dem heuristischen Modell zur Relation von Kognitionen und Handlungen – geschlossen werden.

### 2.2.1 Handlungsmuster im naturwissenschaftlichen Unterricht

Eine essentielle Methode zur Analyse von Handlungsmustern ist die Videoanalyse. Das Beobachten von Unterricht ermöglicht die Analysierbarkeit und Quantifizierbarkeit, um sie empirisch untersuchen zu können. In den letzten Jahren konnte eine deutlich intensivere Verwendung videogestützter Beobachtungsmethoden in groß angelegten Forschungsprojekten festgestellt werden, um dadurch Lehr- und Lernprozesse differenziert betrachten zu können. Videogestützte Studien zeigen einen empirischen Zusammenhang zwischen unterrichtlichen Handlungsmustern und individuellen Entwicklungsprozessen von Schülerinnen und Schülern

und stellen mittlerweile ein wichtiges Werkzeug für die Forschung innerhalb der Psychologie (Mittenecker, 1987), der Soziologie (Knoblauch, Schnettler, Raab, & Soeffner, 2006) und in der empirischen Bildungsforschung, vor allem im Bereich des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (z.B. Aufschnaiter & Welzel, 2001; Björkman & Tiemann, 2013; Clarke, Keitel, & Shimizu, 2006a; Goldman, Pea, Barron, & Denny, 2007; Labudde & Duit, 2007; Lesh & Lehrer, 2000) dar. Dieser Abschnitt fokussiert darauf, Videostudien und deren Ergebnisse vorzustellen, die die Sichtstruktur von Unterricht thematisieren. Dabei kann zwischen unstrukturierten und strukturierten Beobachtungen unterschieden werden, wobei es sich bei ersteren meist um qualitative (Mikro)Analysen und bei letzteren um quantitative Datenerhebungen meist hunderter Unterrichtsstunden handelt (Janík, Seidel, & Najvar, 2009). Hier soll der Schwerpunkt auf klein- und großräumige Videostudien gelegt werden. Bei internationalen Videostudien handelt es sich meist um großangelegte Erhebungen. Tabelle 2.2 gibt einen Überblick über *large-scale* Videostudien.



## 2 Theoretischer Hintergrund

**Tabelle 2.2:** Überblick aktueller nationaler und internationaler *large-scale* Videostudien; übersetzt aus Janík et al. (2009, S.9f).

	<b>Ziel der Studie</b>	<b>Teilgenommene Länder</b>	<b>Stichprobe</b>	<b>Referenzen</b>
<b>TIMSS 1995</b>	Erhebung einer großen Sammlung von Informationen in Bezug auf den Mathematikunterricht in der achten Klasse	Deutschland, Japan, USA	231 Unterrichtsstunden im Fach Mathematik	(Stigler et al., 1999)
<b>TIMSS 1999</b>	Erhebung von Unterrichtsmustern auf nationaler Ebene, zur Erforschung und Beschreibung von Lehrmethoden in der achten Klasse im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht in einer Vielzahl von Ländern	Tschechische Republik, Hongkong, Niederlande, Schweiz, USA, Japan, Australien	638 Unterrichtsstunden im Fach Mathematik  439 Unterrichtsstunden im Fach Naturwissenschaften	(Hiebert, et al., 2003)
<b>IPN Video Study</b>	Identifikation und Beschreibung von Mustern des Lehrens und Lernens im Physikunterricht. Analyse der Auswirkungen des Unterrichts auf Lernprozesse und Schülerleistungen	Deutschland	100 Unterrichtsstunden im Fach Physik	(Seidel, et al., 2006b; Seidel & Prenzel, 2006)
<b>LPS (Learner Perspective Study)</b>	Analyse von Lehr- und Lernsituationen	Australien, China, Tschechische Republik, Philippinen, Hongkong, Israel, Japan, Südafrika, Südkorea, Deutschland, Singapur, Schweden	mindestens 30 Unterrichtsstunden in jedem teilnehmendem Land, d. h. mehr als 390 Unterrichtsstunden im Fach Mathematik	(Clarke et al., 2006a; 2006b; Clarke, Emanuelsen, Jablonka, & Mok, 2006)
<b>Pythagoras</b>	Untersuchung des Mathematikunterrichts im Hinblick auf die kognitiven und motivationalen Auswirkungen von Schülern	Deutschland, Schweiz	19 schweizerische und deutsche Unterrichtsstunden im Fach Mathematik	(Hugener et al., 2009);
<b>DESI</b>	Beschreibung des alltäglichen Unterrichts; zur Analyse verbaler Kommunikation innerhalb des Klassenzimmers	Deutschland	105 Unterrichtsstunden im Fach Englisch (als erste Fremdsprache)	(Klieme, et al., 2006)
<b>CPV Video Study</b>	Dokumentation und Beschreibung alltäglichen Unterrichts; Zur Untersuchung fächerübergreifender Vergleiche von Lehr- und Lernsituationen	Tschechische Republik	249 Unterrichtsstunden in den Fächern Physik, Geographie, Englisch und Sport	(Najvar, Najvarová, & Janík, 2009)

Bedeutend für die derzeitige Unterrichtsforschung waren vor allem die Ergebnisse der TIMS-Videostudie 1995. Durch den Vergleich von 100 deutschen, 50 japanischen und 81 US-amerikanischen Unterrichtsvideos konnten Stigler et al. (1999) verdeutlichen, dass der Mathematikunterricht in den besagten Ländern durch immer wieder auftretende Muster geprägt ist. So weisen beispielsweise die deutschen Unterrichtsvideos auf ein Muster mit starker Lehrerlenkung und Variationsarmut hin (ebd., 1999; Fischer et al., 2003).

In einer daran anschließenden TIMS-Videostudie von 1999 nahmen neben den USA und Japan fünf weitere Länder teil. Deutschland war in dieser Studie nicht vertreten. In Bezug auf

den Mathematikunterricht wurden in dieser Studie neben der strukturellen Organisation des Mathematikunterrichts und der mathematischen Themen auch personenspezifische Merkmale der Lehrkraft erhoben. Es wurden unter anderem die subjektiven Theorien der Lehrerinnen und Lehrer zum Lernen und Lehren von Mathematik untersucht und wie diese den Inhalt und die erreichten Ziele der untersuchten Unterrichtsstunde bewerten. Die Studie zeigte, dass die Organisation des Unterrichts und die Verwendung von Unterrichtsmethoden nur geringfügig mit der Qualität der Schülerleistungen zusammenhängt (Hiebert et al., 2003). Somit wurden Ergebnisse früherer Studien bestätigt (Aebli, 1993; Oser & Patry, 1990). Mathematikunterricht in Ländern mit guten Schülerleistungen wie Japan und Hongkong unterscheiden sich hingegen von den anderen Teilnehmern darin, dass die Zeit des Unterrichts meist für die Erarbeitung neuer mathematischer Inhalte genutzt wird (Hiebert et al., 2003).

In fünf der teilnehmenden Länder (Japan, Australien, Tschechische Republik, USA und Niederlande) wurde zusätzlich der naturwissenschaftliche Unterricht untersucht. Länder mit hohen Schülerleistungen zeigen anspruchsvolle inhaltliche Standards bei den naturwissenschaftlichen Themen auf, zum anderen verfügen die Lehrkräfte innerhalb ihrer Unterrichtskultur über gemeinsame, kulturspezifische Strategien und Ansätze in Bezug auf die Unterrichtsorganisation. Die Autoren ziehen daraus den Schluss, dass die Variationsarmut ein Prädiktor guten Unterrichts und guter schulischer Leistungen ist (Roth, et al., 2006). Andererseits bestätigt dies die Annahme, dass es auf eine sinnvolle Orchestrierung des Unterrichts ankommt und nicht darauf, welche und wie viele Methoden verwendet werden. Zentrales Ergebnis der TIMS-Videostudie 1999 ist jedoch das tiefere Verständnis im Hinblick auf das Lernen und Lehren von Mathematik und den Naturwissenschaften (Hiebert et al., 2003; Roth et al., 2006). Das Wissen über und das Verständnis für kulturspezifische Unterrichtsprozesse sind nicht allein durch die TIMS-Videostudien stark geprägt, jedoch hatten sie einen großen Einfluss auf die anschließende Entwicklung der Unterrichtsforschung in der Mathematikdidaktik.

Die *Learner's Perspective Study* (LPS) erhob Videodaten über Mathematikunterricht in zwölf Ländern (Tab. 2.2). Während in den TIMS-Videostudien 1995 und 1999 der Forschungsschwerpunkt auf der Lehrkraft und deren Handlungsmuster lag, wurden in der LP Studie vorrangig Handlungsmuster der Schülerinnen und Schüler in den Blick genommen (Clarke et al., 2006a; Clarke, Mitchell, & Bowman, 2009). O'Keefe, Xu und Clarke (2006) untersuchten beispielsweise das Lehrerverhalten gegenüber ihren Schülerinnen und Schülern in selbstständigen Arbeitsphasen. In ihrer Studie wurde unter anderem deutlich, dass in allen untersuchten Ländern die sogenannte *Kikan-Shido*-Methode auftritt (S. 266ff.). Diese beschreibt die Kommunikation der Lehrkräfte mit ihren Schülerinnen und Schülern während der Kleingruppenarbeit. Die Kontrolle des Lernzuwachses der Schülerinnen und Schüler sowie ihre inhaltliche und organisatorische Lenkung stehen dabei im Vordergrund.

Ähnliche Ergebnisse von kulturübergreifenden Mustern wurden in einer deutschschweizerischen Videostudie identifiziert. Schwerpunkt dieser Studie war der Satz des Pythagoras, dessen Umsetzung in Mathematikstunden videografiert und analysiert wurde (Klieme, Pauli, & Reusser, 2009). In Bezug auf unterrichtliche Handlungsmuster wurden dabei drei so

genannte *Inszenierungsmuster* identifiziert: Bei der Einführung des Pythagoras-Theorems gehen die Lehrerinnen und Lehrer entweder darstellend, problemlösend-entwickelnd oder problemlösend-entdeckend vor. Zwischen den Ländern gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Einführungsmustern, wobei das problemlösend-entdeckende Vorgehen deskriptiv am häufigsten beobachtet wurde (Hugener et al., 2007; Hugener et al., 2009).

Während die Erforschung unterrichtlicher Muster auf internationaler Ebene vor allem in der Mathematikdidaktik weit fortgeschritten ist, erfolgt die Untersuchung von Handlungsmustern im naturwissenschaftlichen Unterricht eher auf nationaler Ebene.

Eine Studie im Bereich des Physikunterrichts stellt die drei Forschungsphasen umfassende IPN Videostudie dar. Seidel et al. (2006a) bedienten sich der Videoanalyse, um eine empirische Verknüpfung zwischen der Handlungsebene im Physikunterricht und ihren zu erwarteten Auswirkungen auf die kognitiven und motivationalen Prozesse der Schülerinnen und Schüler herstellen zu können. Auf der Ebene der Handlungsmuster konnten zwei dominante und wiederkehrende Unterrichtsskripts beschrieben werden: Zum einen wird der deutsche Physikunterricht durch ein vom Demonstrationsunterricht geprägtes Muster dominiert. Dies ist erkennbar an einem hohen Anteil an Unterrichtsgesprächen und Lehrervortragsphasen, in denen Demonstrationsexperimente zur Veranschaulichung der jeweiligen physikalischen Phänomene genutzt werden. Zum anderen konnte ein Muster eines Schülerexperimentalunterrichts identifiziert werden. In diesen Stunden dominierten ebenfalls das Unterrichtsgespräch und selbstständige Schülerarbeitsphasen mit Gruppenexperimenten (Seidel, 2003; Seidel & Prenzel, 2004; Seidel, et al., 2006a). In den meist enggeführten Unterrichtsgesprächen dominieren häufig Fragen, die Wissen lediglich reproduzieren, weniger hingegen Fragen, die das Verknüpfen physikalischer Inhalte überprüft. Auch Lehrerrückmeldungen beziehen sich im Physikunterricht meist auf kurze ja/nein-Antworten, wobei auf Schülerebene auch nur stichwortartig geantwortet wird. In Bezug auf die Strukturierung und Zielorientierung konnte festgestellt werden, dass sich die Schülerinnen und Schüler diese meist selbst erschließen müssen, da die Lehrkräfte sie größtenteils implizit vorgeben (Seidel, et al., 2006b). Auf der Ebene der Unterrichtsphase (u.a. Wiederholung, Einstieg, Erarbeitung neuer Inhalte, Sichernde und Üben, Anwenden und Vertiefen) werden im Physikunterricht überwiegend neue Inhalte bearbeitet und diese zusammengefasst, selten aber geübt oder angewendet (Seidel & Prenzel, 2004). Insgesamt lässt sich festhalten, dass der deutsche Physikunterricht vordergründig lehrerzentriert organisiert ist, wobei auch Schülerarbeitsphasen meist implizit und stark gelenkt organisiert werden.

Auf der Ebene der Unterrichtsqualität und deren Auswirkung auf kognitive und motivationale Prozesse kann festgestellt werden, dass sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Beobachter der Unterrichtsvideos dieselben Unterrichtsstunden als qualitativ hochwertig einstufen. Diese Stunden zeichnen sich vor allem durch eine hohe Unterstützung individueller Lernprozesse aus. Die Schülerinnen und Schüler berichten darüber hinaus über eine höhere Einbeziehung ihrerseits hinsichtlich der zu behandelnden Lerninhalte, eine höhere (intrinsische) Motivation sowie ein höheres Interesse (Seidel, 2003).

In einer weiterführenden Studie wurden die deutschen Videodaten mit schweizerischen Daten verglichen. Die Dominanz des Unterrichtsgesprächs in deutschen Physikstunden wird hier noch einmal deutlich, während der schweizerische Physikunterricht hinsichtlich des Frontalunterrichts eher durch Lehrervortragsphasen geprägt ist (Dalehefte, Rimmele, Prenzel, Seidel, Labudde, & Herweg, 2009). Mit Hilfe so genannter *lesson signatures* – auch erstellt im Rahmen der TIMS-Videostudie 1999 (Givvin, Hiebert, Jacobs, Hollingsworth, & Gallimore, 2005; Hiebert et al., 2003) – ließen sich die Abläufe des Lehrervortrags und anderer Unterrichtsmethoden abbilden. Auf der Sichtstrukturebene unterscheiden sich allerdings deutsche und schweizerische Physikstunden nicht signifikant voneinander (Dalehefte et al., 2009).

Die Existenz kulturell geteilter Handlungsmuster zeigt auch die CPV Videostudie, die entsprechend der IPN Videostudie Handlungsmuster im Physikunterricht in der Tschechischen Republik aufzeigt. Während im Physikunterricht in Deutschland oder in der Schweiz Frontalunterrichtsanteile und Schülerarbeitsphasen relativ ausgeglichen vorliegen, finden im tschechischen Physikunterricht lehrerzentrierte Unterrichtsformen in rund zwei Drittel der Zeit statt, wobei ebenfalls das Unterrichtsgespräch dominiert. Selbstständige Gruppenarbeitsphasen werden hingegen im Vergleich recht selten initiiert. Auffallend ist auch, dass im tschechischen Physikunterricht vordergründig Inhalte geübt und vertieft werden, anders als in Deutschland (Janík et al., 2006; Seidel & Prenzel, 2004).

Auch Reyer (2004), der in einer Interventionsstudie den Physikunterricht von sechs Klassen der achten Jahrgangsstufe auf die Basismodelle von Oser und Patry (1990) hin untersuchte, konnte eine Dominanz des teilweise sehr eng geführten Unterrichtsgesprächs aufzeigen, wodurch auf Seiten der Schülerinnen und Schüler meist Antworten in Stichworten wiedergegeben werden.

Insgesamt fällt auf, dass in den bereits untersuchten Ländern das Unterrichtsgespräch bzw. lehrerzentrierte Unterrichtsformen den Physikunterricht stark beeinflussende Komponenten darstellen.

Analysen der Sichtstrukturmerkmale von deutschem Chemieunterricht machen deutlich, dass sich in Bezug auf die Muster des Physikunterrichts hinsichtlich der Lehrerzentriertheit gewisse Gemeinsamkeiten aufzeigen. Erste empirische Hinweise auf einen lehrerzentrierten Chemieunterricht zeigen Pitton und Sumfleth (1998), wobei in Form von Audioaufnahmen Unterrichtssituationen im Hinblick auf Schülervorstellungen analysiert wurden. In vier der sechs Fälle des beobachteten Chemieunterrichts betrug der Sprechanteil der Schülerinnen und Schüler rund die Hälfte im Vergleich zum Lehrersprechanteil. Der maximale Redeanteil der Schülerinnen und Schüler betrug 23%. Dies macht erste Vermutungen eines lehrerzentrierten Handlungsmusters deutlich.

Auch andere nationale Studien – wie die von Yahya und Bader (2008) –, die den videografierten Chemieunterricht der vierten und sechsten Jahrgangsstufe an einer Förderschule untersuchten, konnten zeigen, dass auch hier das Unterrichtsgespräch die vordergründige Arbeitsform darstellt. Zuzüglich des Anteils des Lehrervortrags wird mehr als die Hälfte des Che-

mieunterrichts von lehrerzentrierten Unterrichtsformen geprägt. Rund ein Drittel des Unterrichts wird in schülerzentrierten Arbeitsformen organisiert.

Ebenso der Chemieunterricht an Gymnasien weist einen hohen Anteil an Lehrerzentrierung auf. Puhlmann und Tiemann (2010) konnten durch einen Ländervergleich zwischen Nordrhein-Westfalen und Sachsen wiederum das überwiegende Auftreten des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs feststellen.

Diese Evidenzen zeigen eine Dominanz des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs sowie eines lehrerzentrierten Chemieunterrichts. Jedoch muss dies mit Hilfe eines internationalen Vergleichs bestätigt werden (Baumert et al., 1997; Schmidt et al., 1996). Betrachtet man demnach die Handlungsmusterforschung in Schweden, so wird deutlich, dass die Auseinandersetzung mit Handlungsmustern in der nordischen Bildungsforschung im Gegensatz zur deutschen Forschungslandschaft schon recht lange existiert. Bereits Mitte der 60er Jahre wurden Muster hinsichtlich der Gestaltung von Unterricht untersucht: Während in den 1960/1970er Jahren der Unterricht noch zu zwei Dritteln vom Lehrgespräch dominiert wurde (Carlgren, Klette, Mýrdal, Schnack, & Simola, 2006), konnten in späteren Jahren neue Handlungsmuster identifiziert werden (Tab. 2.3).

**Tabelle 2.3:** Sozialformen im Unterricht in schwedischen Grundschulen zwischen 1960 bis 2000 in relativen Häufigkeiten [%] nach Granström (2003).

<b>Zeitraum</b> <b>Sozialform</b>	<b>1960</b>	<b>1980</b>	<b>2000</b>
<b>Frontalunterricht</b>	60	50	44
<b>Einzelarbeit</b>	22	26	41
<b>Gruppenarbeit</b>	18	24	12

Tabelle 2.3 zeigt, dass sich die Anteile der selbstständigen Schülerarbeit und die des Frontalunterrichts innerhalb von 20 Jahren angenähert haben. Dabei dominiert der Anteil der Einzelarbeit (Granström, 2003). Diese Ergebnisse zeigen, dass in den letzten 30 Jahren intensive Veränderungen hinsichtlich der Individualisierung der schwedischen Schülerinnen und Schüler im Unterricht stattgefunden haben. Trotzdem bleiben die Ergebnisse sehr allgemein, denn Studien, die sich konkret mit der Sichtstruktur des Chemieunterrichts befassen, gibt es kaum.

Die PISA+ -Studie, in der Daten der PISA-Studie 2003 reanalysiert wurden, verglich in insgesamt 136 Unterrichtsvideos des Mathematik- (N = 37 Videos), Naturwissenschafts- (N = 45 Videos) sowie des Sprachunterrichts Norwegisch (N = 44 Videos) die Lehrformen, die Gesprächsfunktionen und die Funktionen der Sprache innerhalb der genannten Fächer. Die Studie konnte zeigen, dass im norwegischen Unterricht der Frontalunterricht in allen Bereichen dominiert. Im Mathematik- und im Norwegischunterricht hatte die Einzelarbeit jeweils den zweitgrößten Anteil. In den naturwissenschaftlichen Fächern hingegen nahm die Gruppenarbeit den zweitgrößten Anteil ein. In Bezug auf die Funktionen des Gesprächs dominiert im naturwissenschaftlichen Unterricht der *instruction dialog*, wobei die Instruktion durch die Lehrperson in Form eines Lehrervortrags kommuniziert werden und die Schülerinnen und

Schüler die Möglichkeit haben Fragen zu stellen und Argumente zu äußern. Den zweitgrößten Anteil nimmt das *task management* ein, wonach die Lehrkraft verbale und nonverbale Instruktionen erteilt und das durchzuführende Verfahren erklärt. Hier wird eine starke Lehrerzentrierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts deutlich, die zusätzlich durch das Ergebnis bestätigt wird, dass auch der Frontalunterricht meist durch den Lehrervortrag charakterisiert werden kann (Klette, 2009).

Eine weitere finnisch-norwegische Studie zur Auswahl an Unterrichtsmethoden von Physiklehrkräften konstatiert, dass im finnischen Physikunterricht Inhalte meist durch die Lehrkraft an der Tafel in Form eines Lehrervortrags erarbeitet werden. In Norwegen hingegen findet ein eher schülerorientierter Physikunterricht in Einzel- oder Gruppenarbeit statt (Lavonen, Angell, Bymen, Henriksen, & Koponen, 2007).

In einer qualitativen, explorativen Interviewstudie aus dem Jahr 2007 wurden vier Lehrkräfte von unterschiedlichen schwedischen Gymnasien interviewt. Dabei stand die Anwendung der Unterrichtsmethoden im schwedischen Gymnasialunterricht im Fach Chemie (vergleichbar mit dem Grundkurs Chemie an deutschen Gymnasien) im Fokus der Untersuchung. Die Autorinnen kommen einerseits zu dem Ergebnis, dass sich die Methodenwahl der Lehrkräfte nicht stark voneinander unterscheiden und dass andererseits die Entscheidungen zur Unterrichtsgestaltung meist aus der eigenen Lehrerausbildung und aus dem Austausch mit Kollegen hervorgeht (Hellberg & Häggmark, 2007). Dieses Resultat bestätigt, dass innerhalb einer kulturellen Einheit geteiltes Wissen über das Lehren und Lernen vorliegt. Weiterhin geht aus der Studie hervor, dass der Chemieunterricht oftmals durch ein Demonstrationsexperiment oder durch einen konfliktauslösenden Input eingeleitet wird. Anschließend werden die Schülerinnen und Schüler angehalten Fragen zum vorliegenden Konflikt oder Versuch zu stellen. Im Anschluss an die Phase des Gedankenaustausches findet oftmals eine lange Phase der selbstständigen Schülerarbeit statt, in der die Schülerinnen und Schüler einerseits Aufgaben in Arbeitsheften lösen oder in so genannten „offenen Laborarbeiten“ bestimmte Untersuchungen vornehmen. Die Reflexion der Untersuchungen wird dennoch recht kurz gehalten. Verallgemeinernd können hier sowohl lehrerzentrierte als auch schülerzentrierte Handlungsmuster im Chemieunterricht identifiziert werden. Aussagen über die Qualität des Unterrichts geben die Autorinnen nicht, allerdings betonen sie in ihrer Schlussfolgerung noch einmal die Wichtigkeit der Bewusstmachung von Gestaltungsmustern und einer damit verbundenen neuen Auffassung darüber, wie Unterricht alternativ durchgeführt werden kann (Hellberg & Häggmark, 2007; Tullberg, 1998).

Die angeführten Studien zur Identifikation unterrichtlicher Handlungsmuster konnten zeigen, dass in unterschiedlichen Ländern unterschiedliche kulturspezifische Unterrichtsskripts auf der Ebene der Sichtstruktur existieren. Dennoch ist die Betrachtung der Sichtstrukturebene nur ein erster Schritt zur Untersuchung und Analyse von Unterrichtsqualität. Die Qualität hängt dabei weniger von beobachtbaren Unterrichtsformen als eher von Tiefenstrukturmerkmalen ab, die es zu untersuchen gilt (Oser & Patry, 1990; Seidel, 2003; Seidel & Shavelson, 2007).

### 2.2.2 Handlungsmuster im Chemieunterricht in Deutschland und Schweden

In einer Studie, die als Basis der hier durchgeführten Studien angesehen werden kann, konnten bereits erste Erkenntnisse über Handlungsmuster im Chemieunterricht in Deutschland und Schweden gewonnen werden. So wurden im Rahmen einer internationalen Vergleichsstudie neun schwedische und zehn deutsche Unterrichtsvideos im Fach Chemie der 9. bzw. 10. Jahrgangsstufe in Deutschland und der 9. Jahrgangsstufe in Schweden (Björkman, 2009) untersucht (Tab. 2.4).

**Tabelle 2.4.:** Unterschiede innerhalb der allgemeinen Unterrichtsorganisation in Unterrichtsstunden in Deutschland und Schweden; geordnet nach relativen Häufigkeiten [%]; nach Björkman und Tiemann (2013, S. 4).

	Variable	Deutschland	Schweden
<b>Allgemeine Unterrichtsorganisation im Chemieunterricht</b>	Unterrichtsphase	Erarbeitungsphase (83,4) Sicherungsphase (6,0) Andere Aktivitäten (5,7)	Erarbeitungsphase (73,3) Andere Aktivitäten (11,2) Wiederholung (9,2)
	Unterrichtsmethode	Unterrichtsgespräch (35,8) Selbstständige Schülerarbeit (33,4) Lehrervortrag (18,4)	Selbstständige Schülerarbeit (42,6) Lehrervortrag (27,8) Unterrichtsgespräch (19,9)

Trotz nicht signifikanter Ergebnisse werden auf deskriptiver Ebene einige Unterschiede deutlich. Während in beiden Ländern meist neue Inhalte erarbeitet werden, findet im deutschen Chemieunterricht darüber hinaus ein nächstgrößerer Anteil an Sicherung des Gelernten statt, wohingegen in Schweden andere Aktivitäten wie die Organisation von Unterricht oder Wiederholungsphasen vorherrschen. Auf der Ebene der Unterrichtsmethoden können für den deutschen Chemieunterricht hier anfangs vermutete Muster bestätigt werden. So nimmt das Unterrichtsgespräch den größten Anteil ein, sodass durch Addition der Lehrervortragsphasen ebenfalls lehrerzentrierte Formen überwiegen. Im schwedischen Chemieunterricht werden Inhalte meist in selbstständiger Schülerarbeit bearbeitet, wobei auch hier Formen des Frontalunterrichts vorherrschen. Auffällig ist aber, dass der Lehrervortrag dabei eine größere Rolle spielt als das Unterrichtsgespräch. Betrachtet man nun allerdings ausschließlich die Phase, in der neue Inhalte erarbeitet werden und extrahiert Phasen der Sicherung und der Wiederholung, zeigt sich, dass im deutschen Chemieunterricht auch hier die Lehrerzentrierung dominiert, während in Schweden rund drei Viertel der Phase schülerzentriert unterrichtet werden. Neben der allgemeinen Unterrichtsorganisation wurde auch die Umsetzung der Erkenntnisphasen untersucht. Es stellte sich heraus, dass die deutschen Lehrkräfte signifikant häufiger Ergebnisse im Chemieunterricht auswerten als die schwedischen Lehrerinnen und Lehrer (Björkman & Tiemann, 2013). Dieses Ergebnis war ein Grund für die Durchführung dieser nachfolgenden Studie und zeigte bereits in Ansätzen das Auftreten unterschiedlicher Unterrichtsmuster in den Stichprobengruppen.

### Zusammenfassung:

Die Auseinandersetzung mit der Unterrichtsqualität ist unweigerlich mit der Thematisierung von Handlungsmustern und Unterrichtsskripts verbunden. Während die Forschung ursprünglich durch die Untersuchung einzelner Unterrichtsaspekte und Unterrichtswahrnehmungen von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften geprägt war, wird heutzutage versucht, Unterricht als Gesamtarrangement zu erfassen. Eine solche Möglichkeit bietet die Erfassung von Handlungsmustern im Unterricht. Es zeigt sich, dass der internationale Vergleich von Handlungsmustern verschiedener Kulturen von großer Bedeutung für das eigentliche Bewusstwerden dieser Handlungsmuster ist. Die TIMS-Videostudien können als Initiatoren der derzeitigen Forschungsentwicklung betrachtet werden, wodurch die Methode der Videoanalyse als Möglichkeit zur Identifizierung von Handlungsmustern verbreitet wurde.

Im Zuge der Untersuchung kulturell geteilter Unterrichtsskripts wurde deutlich, dass das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch eine dominierende Rolle im deutschen naturwissenschaftlichen Unterricht einnimmt. Studien, die sich mit der Identifizierung von unterrichtlichen Handlungsmustern aus nordischen Ländern befassten, konnten eine Dominanz hinsichtlich des Lehrervortrags sowie der selbstständigen Schülerarbeit deutlich machen. Es zeigten sich somit unterschiedliche kulturspezifische Handlungsmuster in den beschriebenen Ländern. Auf der Sichtstrukturebene Ziel sollte es zukünftig das Ziel sein, Tiefenstrukturmerkmale naturwissenschaftlichen Unterrichts detaillierter zu untersuchen.

### 2.3 *Nature of Science* und *Scientific Inquiry*

Ein bedeutendes Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist die Vermittlung und Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung (Abell & Smith, 1994; Labudde & Möller, 2012). Im Wesentlichen besteht das Ziel darin, Schülerinnen und Schüler dazu zu befähigen, „naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (Baumert et al., 1999, S. 2). Doch die Frage, die sich sowohl Lehrkräfte, Erziehungswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, Politikerinnen und Politiker als auch Fachdidaktikerinnen und -didaktiker stellen, ist, wie diese Vermittlung bestmöglich erfolgen kann (Bybee, 2002; Dubs, 2002; Eckebrecht & Schneeweiß, 2003; Fischer, 1998; Heitmann & Tiemann, 2011).

Die Leistungsstudien PISA 2000 und TIMSS 1995 zeigten, dass der Wunsch nach einer naturwissenschaftlichen Grundbildung – im Englischen auch *Scientific Literacy* - nicht in allen Ländern (beispielsweise Deutschland) umgesetzt werden konnte. Länder hingegen, die mit der Förderung des *Scientific Literacy*-Konzepts früher, konsequenter und nachhaltiger begonnen hatten, schnitten in Leistungsstudien wiederum besser ab (Gräber, 2002; Maienschein, 1998). Es ist allerdings anzumerken, dass die dem PISA-Projekt zugrunde gelegte Definition



einer naturwissenschaftlichen Grundbildung auf den Zielen und Bestrebungen der OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development) basiert, es aber auch andere Auslegungen und Umsetzungsvorschläge gibt (Gräber, Nentwig, Koballa, Ewans, 2002). Aus diesem Grund müssen die Ergebnisse der PISA-Studien – insbesondere die der Messung einer naturwissenschaftlichen Kompetenz – kritisch betrachtet werden.

Weiterhin besteht eine Schwierigkeit im Hinblick auf eine allumfassende Umsetzung und Implementierung der naturwissenschaftlichen Grundbildung. Wie soll ein Konzept schulisch umgesetzt werden, was so allgemein umschrieben ist? Folglich ist es notwendig, bestimmte „Kerne“ der *Scientific Literacy* zu finden, um diese vermitteln zu können. Zwei dieser Kerne stellen die Konzepte *Nature of Science* (Natur der Naturwissenschaften) und *Scientific Inquiry* (Erkenntnisgewinnung) dar (AAAS, 1993; Driver et al., 1996; Holbrook & Rannikmae, 2009; Labudde & Möller, 2012; Mayer, 2007). Doch diese Konzepte lassen sich nicht einfach in den naturwissenschaftlichen Unterricht integrieren. Sowohl auf konzeptueller als auch auf kognitiver Ebene müssen gewisse Voraussetzungen gegeben sein, um die *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* und somit *Scientific Literacy* nachhaltig zu vermitteln. Beispielsweise spielen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern sowie subjektive Theorien der Lehrkräfte über diese Konzepte eine große Rolle, die darüber hinaus mit der Umsetzung im Unterricht in einem Zusammenhang stehen (Blömeke et al., 2003; Brickhouse, 1991). Die Umsetzung von Erkenntnisgewinnungsprozessen wurde dabei kaum untersucht.

Im folgenden Abschnitt werden die Begriffe *Scientific Literacy*, *Nature of Science* sowie *Scientific Inquiry* detailliert erläutert. Dabei wird vor allem auf den Forschungsstand hinsichtlich der Ergebnisse der empirischen Bildungsforschung zu den Konzepten *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* fokussiert.

### 2.3.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung

Der Wunsch nach einer allgemeinen, grundlegenden und allumfassenden naturwissenschaftlichen Grundbildung existiert bereits sehr lange (Bybee, 2002). Doch die Entwicklung von den reinen Naturwissenschaften bis zu einer schulisch verankerten naturwissenschaftlichen Grundbildung war ebenfalls sehr langwierig. Dies lag daran, dass Naturwissenschaften und das Wissen über Naturwissenschaften lange Zeit Privileg der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bzw. einer bestimmten Elite waren, wovon die Mehrheit der Bevölkerung abgeschottet war (DeBoer, 2000). Als die Bedeutung und das Bewusstsein hinsichtlich des Verständnisses der Naturwissenschaften eine immer größere Rolle spielte, wiesen auch einflussreiche Politiker wie Thomas Jefferson auf eine Notwendigkeit zur Öffnung und Verbreitung naturwissenschaftlichen Wissens hin (Hurd, 1997).

Naturwissenschaftler unterschiedlicher Bereiche sowie Soziologen und Philosophen erkannten den Veränderungsbedarf schulischen Unterrichts. Schon damals wurde ein Umdenken von eher deduktiven Unterrichtsansätzen hin zu induktiven Aktivitäten in Form erkenntnisorientierten Unterrichts gefordert (DeBoer, 2000). Einer der bedeutendsten Philosophen und Pädag-

gogen in Bezug auf die Integration der naturwissenschaftlichen Fächer war John Dewey (Childs, 1954).

Eine Folge dieser Bewegung bewirkte, dass Mitte des 19. Jahrhunderts naturwissenschaftliche Fächer, die zuvor ausschließlich den Hochschulen überlassen waren, sowohl in den USA als auch in Europa in den Schulunterricht integriert wurden (DeBoer, 2000; Hurd, 1997). In den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts entstand in den USA ein naturwissenschaftliches Curriculum. Allerdings setzte sich diese Entwicklung erst nach dem zweiten Weltkrieg fort (DeBoer, 2000; Solomon, 1993). Ereignisse und Themen wie der sowjetische Satellit Sputnik oder die sich immer weiter ausbreitende Umweltverschmutzung in den 50er/60er Jahren steigerten den Wunsch nach Partizipation der Bevölkerung an der Verbreitung naturwissenschaftlichen Wissens (Gräber, 2002). Zu diesem Zeitpunkt entwickelte sich das Konzept *Scientific Literacy*. Curriculare Rahmenpläne wurden erweitert und neu formuliert. Klopfer (1971) formulierte einen der ersten Rahmenlehrpläne für die USA mit dem Schwerpunkt *Scientific Literacy* (Solomon, 1993). Obwohl oder gerade weil das Konzept *Scientific Literacy* ein sehr Allgemeines ist, wurde es zwischen den 50er bis 80er Jahren stark verändert. Während anfangs noch das Verständnis über die reine Naturwissenschaft Kern der naturwissenschaftlichen Grundbildung war, erhielt der Begriff seit den 1980er Jahren einen eher pädagogischen Charakter, der die Förderung der Fähigkeit, mit naturwissenschaftlichen Aspekten des Alltags umzugehen, in den Mittelpunkt stellte (Fensham & Harlen, 1999; Roberts, 2007). Durch erste Untersuchungen stand aber fest, dass das gewünschte breite Verständnis und rationale Wissen über die Naturwissenschaften und die Natur der Naturwissenschaften in der Bevölkerung nicht ausreichend vorhanden war. Im Zuge dessen wurde eine Diskussion entfacht, im naturwissenschaftlichen Unterricht die Wurzeln und Ursprünge der Naturwissenschaften zu thematisieren, wie beispielsweise die Entstehung naturwissenschaftlichen Wissens und den Prozess der Erkenntnisgewinnung (Millar & Wynne, 1988). Obwohl noch nicht begrifflich erfasst, werden zu diesem Zeitpunkt bereits die Weichen zu einer verstärkten Förderung der Konzepte *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* gelegt.

Bedingung zur Vermittlung dieser Konzepte war die Formulierung standardisierter Inhalte für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Dazu wurde 1985 in den USA das Projekt 2061 „Science For All Americans“ der „American Association for the Advancement of Science“ (AAAS) initiiert. Hauptaufgabe dieses Projektes bestand in der Formulierung standardisierter Ziele, die es allen Schülerinnen und Schülern möglich machen sollte, naturwissenschaftliche Grundbildung zu erwerben. Erste Standards für den naturwissenschaftlichen Unterricht wurden entwickelt, wobei die Empfehlungen der konkreten Umsetzung dieser Standards erst vier Jahre später publiziert wurden (AAAS, 1993; Bybee, 1997; NRC, 1996; Rutherford & Ahlgren, 1989). Die US-amerikanische Regierung und die anderer Länder passten sich der jüngsten Entwicklung an und formulierten eigene Bildungsstandards (Millar, 1996; KMK, 2005a; NRC, 1996). Diese Standards sollten neben der Vermittlung spezifischer wissenschaftlicher Inhalte auch der Vermittlung einer Allgemeinbildung dienen (Gräber & Nentwig, 2002).

In Vergleichsstudien wie TIMSS und PISA wurden ab Mitte der 1990er Jahre die Umsetzung dieser Standards überprüft (Fischer, 1998; Kjærnsli & Lie, 2004; Nentwig, Roennebeck, Schoeps, Rumann, & Carstensen, 2009). Die schlechten Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler führten sowohl auf schulsystematischer, curricularer als auch auf forschungsbezogener Ebene zu einem Umdenken (Nguyen & Pfeiderer, 2012). Danach kam es zu einer stetigen Verbesserung der Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler in Bezug auf die naturwissenschaftliche Kompetenz bis hin zur PISA-Studie 2009 (Klieme et al., 2010). Doch Einigkeit darüber, was *Scientific Literacy* oder naturwissenschaftliche Grundbildung ist, gibt es trotz oder vielleicht gerade wegen dieser Informationsdichte nicht.

Während einige Kritiker das Konzept der *Scientific Literacy* als übergeordnete Fähigkeit ansehen und eher die Förderung der Erkenntnisgewinnung befürworten (Dubs, 2002; Shamos, 2002), weisen andere der naturwissenschaftlichen Grundbildung konkrete Fähigkeiten (AAAS, 1993; Bybee, 2002) zu (Gräber, Nentwig, & Nicolson, 2002). Gleichzeitig hat es sich gezeigt, dass aufgrund der Interpretationsbreite des Konzepts dieses schwer es zu implementieren ist (Cajas, 1999).

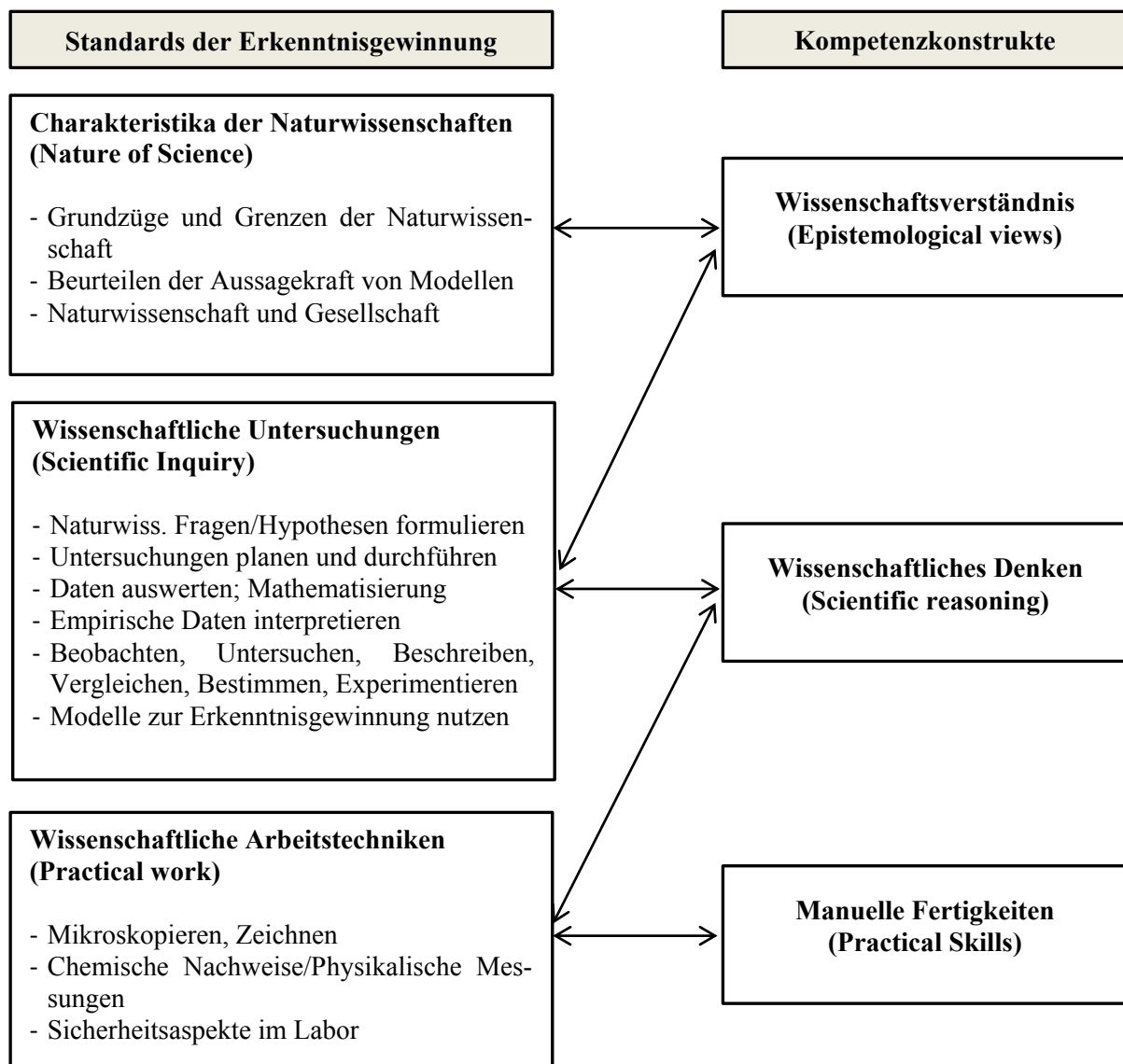
Auch wenn kein Konsens über die Inhalte von *Scientific Literacy* existiert, lässt sich schlussfolgern, dass die Konzepte *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* dazu beitragen, eine naturwissenschaftliche Grundbildung zu fördern (Driver et al., 1996; Holbrook & Rannikmae, 2009; Labudde & Möller, 2012; Mayer, 2007).

Während oftmals die Konzepte *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* als gleichwertig angesehen werden, teilte die AAAS die Benchmarks of *Science Literacy* in 12 Teilbereiche auf. Der Benchmark *Nature of Science* mit dem Unterabschnitt *Scientific Inquiry* thematisiert den Prozess der Erkenntnisgewinnung bereits im Jahre 1993 und formuliert dafür erste Kompetenzen für Schülerinnen und Schüler vom Kindergarten bis zur zwölften Jahrgangsstufe (AAAS, 1993). Es sollen dabei nicht nur praktische, instrumentelle Fähigkeiten erworben werden, sondern darüber hinaus Wissen über ethische, soziale und wissenschaftliche Problemkreise, über die allgemeine wissenschaftliche Denkweisen aufgebaut werden. Ziel dieser Benchmarks ist es, ein generelles Verständnis für die Naturwissenschaften zu vermitteln (AAAS, 1993; Rutherford & Ahlgren, 1989). Trotzdem sind diese nur allein als Grundlage für die Entwicklung von inhaltlichen Curricula zu verstehen, denn die beschriebenen Kompetenzen bleiben doch sehr allgemein. Bybee (2002) griff die Inhalte der AAAS auf und konzipierte ein erstes Kompetenzstufenmodell, in dem sich Aspekte von *Nature of Science* und der Erkenntnisgewinnung ebenfalls wiederfinden. Im Gegensatz zum Benchmark-Modell ist die Kompetenz der Erkenntnisgewinnung und der von *Nature of Science* in Bybees Modell einzig der Stufe der prozeduralen bzw. multidimensionalen *Scientific Literacy* zugeordnet, also der obersten zwei Stufen (Bybee, 1997).

Auf nationaler Ebene argumentiert die KMK (2005b, S. 6), Initiator nationaler Bildungsstandards, dass das Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist, „Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und

deren Grenzen auseinander zu setzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht“. Dieses Zitat thematisiert ebenfalls die Bedeutung des Konzeptes *Nature of Science* sowie *Scientific Inquiry* als hypothetisch-deduktiven Prozess.

Weiterhin beschreibt Mayer (2007) in seinem Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen für das Fach Biologie den Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* als Kern der naturwissenschaftlichen Grundbildung und stellt zwischen *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* einen Zusammenhang her (Abb. 2.4).



**Abbildung 2.4:** Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen; nach Mayer (2007, S. 178).

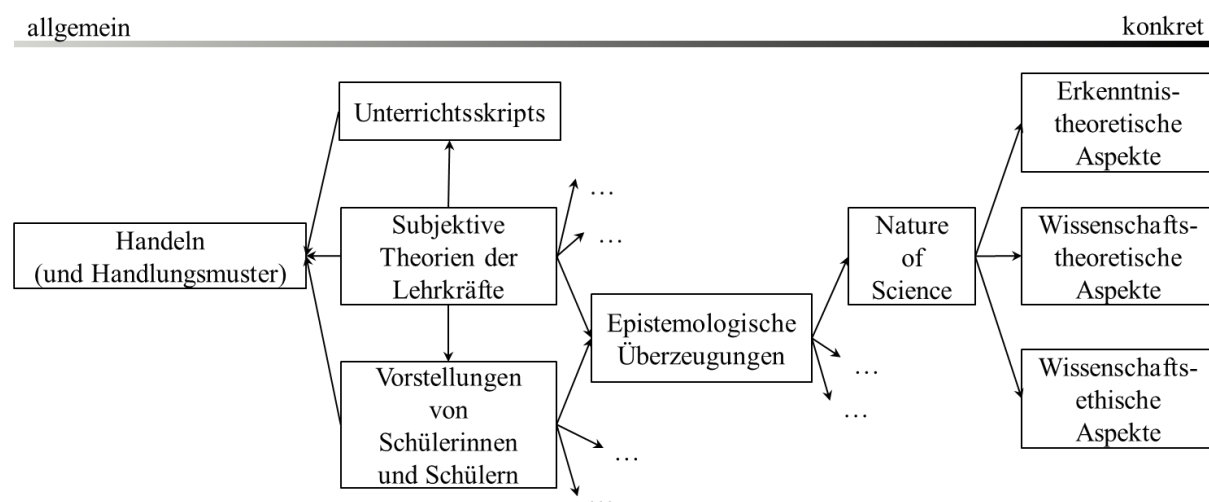
Die drei Standarddimensionen, die einzeln betrachtet unabhängig voneinander bestehen, treten mithilfe von drei Konstrukten (manuelle Fertigkeiten, wissenschaftliches Denken und Wissenschaftsverständnis) in Beziehung (Mayer, 2007). Dieses Rahmenkonzept bildet einen

grundlegenden Zusammenhang hinsichtlich der Vermittlung von *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* und so eine konzeptuelle theoretische Basis dieser Arbeit.

### 2.3.2 *Nature of Science*

Naturwissenschaftlicher Unterricht soll Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, sich in einer sich selbst hinsichtlich technischer und naturwissenschaftlicher Aspekte stetig weiterentwickelnden Gesellschaft zurecht zu finden. Folglich benötigen sie eine naturwissenschaftliche Grundbildung. Diese beinhaltet nicht nur das Fachwissen der naturwissenschaftlichen Fächer, sondern auch das Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften – auch *Nature of Science* (AAAS, 1993; Driver et al., 1996; Holbrook & Rannikmae, 2009; Labudde & Möller, 2012; Mayer, 2007).

Ausgehend von dem heuristischen Modell von Kognitionen und Handlungen (Abb. 2.2) hängen subjektive Theorien von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern mit dem (unterrichtlichen) Handeln zusammen (Abb. 2.5).



**Abbildung 2.5:** Zusammenhang zwischen unterrichtlichem Handeln, subjektiven Theorien und Schülervorstellungen, epistemologischen Überzeugungen und Nature of Science; nach Blömeke et al. (2003); Kircher und Dittmer (2004) und Mayer (2007).

Lehrerinnen und Lehrer verfügen über viele unterschiedliche Arten subjektiver Theorien, die sich auf das Lehren und Lernen von Naturwissenschaften beziehen (Abschnitt 2.2.3). Ebenso weisen Schülerinnen und Schüler Vorstellungen hinsichtlich naturwissenschaftlicher Konzepte auf (z.B. Beerenwinkel, Parchmann, Gräsel, 2007; Steffensky, Parchmann & Schmidt, 2005; Sumfleth, 1992; Taber, 2002). Ein Teil dieser Vorstellungen sind epistemologische Überzeugungen, also Überzeugungen, die sich allgemein und fachunspezifisch auf die Erkenntnisgewinnung und das Wesen der Wissenschaft sowie der Wissensentwicklung beziehen (Hofer & Pintrich, 1997; Kang & Wallace, 2005; Priemer, 2006). Wie subjektive Theorien sind auch in ihnen verankerte epistemologische Überzeugungen schwer veränderbar (Nespor,

1987) und können sowohl die Unterrichtsgestaltung als auch schulische Leistungen beeinflussen (Helmke, 2012). Trotz der Argumentation für einen Zusammenhang zwischen epistemologischen Überzeugungen und unterrichtlichem Handeln, gibt es auch Positionen, die einen Einfluss bezweifeln (Abelson, 1979; Clark & Peterson, 1986; Ernest, 1989; Goodman, 1988; Hofer, 2000; Kagan, 1992; Lederman, 1999; Lederman & Zeidler, 1986; Pajares, 1992; Peterson & Clark, 1978; Seidel et al., 2008; Schröder, 2010; van Aalderen-Smeets, Walma van der Molen, & Asma, 2012). Studien zum Thema subjektive Theorien, denen epistemologische Überzeugungen untergeordnet sind, weisen auf einen Einfluss hinsichtlich der Unterrichtspraxis hin (Dann, 1994; Hashweh, 1996; Helmke, 2005; Fischler et al., 2002; Nespor, 1987; Wahl, 2001).

Ein spezifischer Teil dieser epistemologischen Überzeugungen, die sich domänenspezifisch mit den Naturwissenschaften in Verbindung bringen lassen, können dem Bereich *Nature of Science* zugeordnet werden (Priemer, 2006). Inhaltlich fließen in das Konzept sowohl erkenntnistheoretische bzw. epistemologische, wissenschaftstheoretische als auch wissenschaftsethische Aspekte ein (Dittmer, 2010; Kircher & Dittmer, 2004).

Andere Autorinnen und Autoren argumentieren, dass die Konstrukte *Nature of Science* und epistemologische Überzeugungen differenziert betrachtet werden müssen. So haben Hofer und Pintrich (1997) im Zuge eines Literaturreviews Aspekte epistemologischer Überzeugungen herausgearbeitet, die zwar mit einigen Merkmalen von *Nature of Science* überlappen, mit anderen wiederum aber nicht. Umgekehrt fallen einige Aspekte von *Nature of Science* nicht in die untergeordneten Konstrukte epistemologischer Überzeugungen. Fest steht dennoch, so sind sich viele Forscherinnen und Forscher einig, dass epistemologische Überzeugungen und *Nature of Science* thematisch miteinander verbunden sind (Bell & Lederman, 2003; Havdala & Ashkenazi, 2007; Mayer, 2007; Neumann, 2011; Neumann & Kremer, 2013; Pajares, 1992; Priemer, 2006; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002). Ein ausführliches Review über *Nature of Science* und epistemologische Überzeugungen zeigt in erster Linie begriffliche Überschneidungen zwischen den beiden Konzepten. Unterschiede finden die Autorinnen allerdings innerhalb der Disziplinspezifität, der Inhalte, der persönlichen bzw. wissenschaftlichen Perspektive, des Wissens bzw. der Ansicht sowie normativen bzw. deskriptiven Herangehensweise. Dennoch lassen sich die beiden Konzepte nicht scharf voneinander abgrenzen (Neumann & Kremer, 2013). Trotz der schwierigen Abgrenzung wird im Folgenden auf das Konzept *Nature of Science* fokussiert.

### *Dimensionen von Nature of Science*

Das Konstrukt *Nature of Science* existiert seit über 100 Jahren, weist aber keine einheitliche Definition auf (Abd-El-Khalick, 2006; Alters, 1997; Driver et al., 1996; Lederman, 1992; Lederman, 2007; Schwartz, 2012). Nach McComas, Clough und Almazroa (2002, S. 4) ist *Nature of Science* „a fertile hybrid area which blends aspects of various social studies including the history, sociology, and philosophy combined with research from the cognitive scienc-

es such as psychology into a rich description of what science is, how it works, how scientists operate as a social group and how society itself both directs and reacts to scientific endeavors”.

Lederman (2006, S. 304) konkretisiert und definiert, welche sieben Aspekte der *Nature of Science* Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichts sein sollten: „Scientific knowledge is tentative, empirically-based, subjective, necessarily involves human inference, imagination, and creativity, and is socially and culturally embedded“.

Vorstellungen über *Nature of Science* reichen von naiven zu informierten bzw. wissenschaftlichen Vorstellungen. Daher existieren zahlreiche Instrumente zur Erfassung von Vorstellungen bzw. Wissen über *Nature of Science*, auf die später Bezug genommen wird (Tab. 2.5). Darüber hinaus gibt es viele Erläuterungen darüber, welche zu *Nature of Science* eher naiv und welche wissenschaftlich sind (Matthews, 2012; McComas, 2008; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003).

Hofheinz (2008, S. 77f) fasst die in Lederman et al. (2002) und Lederman (2004) aufgeführten relevanten Aspekte der *Nature of Science* wie folgt zusammen (Tab. 2.5):

**Tabelle 2.5:** Unterrichtlich relevante Ansichten über *Nature of Science* (Hofheinz, 2008, S. 77f).

Zielbereich	Inhalt
The empirical nature of scientific knowledge	<u>Empirische Basis</u> Naturwissenschaften basieren zu großen Teilen auf der Beobachtung von Phänomenen und haben daher eine empirische Basis. Beobachtungen unterliegen aber den Einschränkungen unserer Sinnesorgane bzw. sind an Apparaturen, die eigens zur Beobachtung gebaut wurden, gebunden. Ferner sind Beobachtungen durch zahlreiche Vorannahmen immer bereits schon theoriegeleitet.
Observation, inference, and theoretical entities in science	<u>Status von Beobachtungen, Deutungen und Modellen</u> Während über Beobachtungen relativ rasch ein Konsens erzielt werden kann, ist dies bei Deutungen beobachteter Phänomene keineswegs der Fall, weil Deutungen stets theorieabhängig sind. Deutungen und Modelle können daher nie „richtig“, sondern allenfalls angemessen sein.
Scientific theories and laws	<u>Status von Theorien und Gesetzen</u> Naturwissenschaftliche Theorien sind etablierte, in sich konsistente Erklärungs-systeme für viele (auch scheinbar unzusammenhängende) Beobachtungen. Neben diesem interpretatorischen Moment haben Theorien auch eine prognostische, forschungsleitende Kraft. Hinsichtlich ihrer Gültigkeit sind sie nicht verifizierbar. Gesetze treffen Aussagen über Zusammenhänge zwischen beobachtbaren Größen unter bestimmten Bedingungen und haben somit immer eine empirische Basis. Theorien und Gesetze befinden sich daher auf unterschiedlichen, logischen Ebenen.
The creative and imaginative nature of scientific knowledge	<u>Anschaulich-kreative Seite der Naturwissenschaften</u> Wissenschaftliche Ergebnisse sind keine erkannten Naturgesetze, sondern basieren auf menschlichen und daher zum Teil auch subjektiven, kreativen Deutungen. Modelle und Theorien haben daher keinen Abbildcharakter, sondern werden aus funktionalen und teilweise auch ästhetischen Gesichtspunkten gewählt.
The theory-laden nature of scientific knowledge	<u>Theoriegebundenheit naturwissenschaftlichen Wissens</u> Persönliche Überzeugungen, Vorwissen, Erfahrungen sowie disziplinar akzeptierte Forschungsprogramme beeinflussen die Arbeit eines Naturwissenschaftlers und entscheiden letztlich darüber, was überhaupt wie untersucht wird und was beobachtet wird (und was nicht). Jede Beobachtung ist immer schon theoriegebunden.
The social and cultural embeddedness of scientific knowledge	<u>Sozialer und kultureller Einfluss auf naturwissenschaftliches Wissen</u> Forschung und die Interpretation von Forschungsergebnissen sind auch sozial und kulturell beeinflusst.
Myth of the scientific method	<u>Mythos einer einheitlichen naturwissenschaftlichen Methode</u> Es gibt zwar einen gemeinsamen naturwissenschaftlichen Methodenpool, aber keine universelle naturwissenschaftliche Methode, die alle Naturwissenschaftler rezeptartig verfolgen. Folglich gelangen auch nicht alle Wissenschaftler nach demselben Muster zu gleichen Ergebnissen
The tentative nature of scientific knowledge	<u>Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens</u> Wissenschaftliche Erkenntnisse sind zwar relativ dauerhaft, haben aber nicht ewig Bestand (aufgrund neuer Untersuchungsergebnisse oder einer Neuinterpretation existierender Befunde). Sie sind daher stets vorläufig und lassen sich grundsätzlich nicht verifizieren.

Nach Urhahne, Kremer und Mayer (2011) sind die einzelnen Aspekte der *Nature of Science* nicht kontextgebunden und können daher auf alle naturwissenschaftlichen Fächer bezogen werden.

Sowohl Lehrkräfte als auch Schülerinnen und Schüler weisen häufig Vorstellungen auf, die nicht mit den wissenschaftlichen Aussagen hinsichtlich des *Nature of Science*-Konzepts über-



einstimmen. Dabei haben Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler ebenfalls, je nachdem in welchem Bereich sie tätig sind, unterschiedliche Überzeugungen (Schwartz, 2012).

### *Vorstellungen zu Nature of Science von Lehrerinnen und Lehrern*

Anderson (1950) war einer der ersten Forscher, der feststellen konnte, dass Lehrkräfte vom heutigen Verständnis abweichende Konzepte zum *Nature of Science*-Konzept aufweisen. Behnke (1961) befragte anhand eines Fragebogens 1000 Lehrkräfte der Fächer Biologie und Physik und 300 Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler und konnte zeigen, dass über 50 % der Lehrerinnen und Lehrer von der Annahme ausgingen, Wissenschaft und die daraus hervorgehenden Ergebnisse seien endgültig. Überraschenderweise nahmen das auch 20 % der Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen an. Jüngere Studien zeigen, dass Lehrkräfte der Naturwissenschaften bereits elaboriertere Vorstellungen über *Nature of Science* aufweisen als noch 40 Jahre zuvor (Lederman, 1999), aber naive Vorstellungen über bestimmte Aspekte von *Nature of Science* hinsichtlich der Kreativität und Subjektivität von Wissenschaft weiterhin vorliegen (Höttecke & Rieß, 2007). Miller (1963) erkannte, dass einige Lehrkräfte naivere Vorstellungen aufweisen als Schülerinnen und Schüler der 11. und 12. Jahrgangsstufe, während die Schülerinnen und Schüler dieser Lehrpersonen ebenso naive Vorstellungen zeigten. Es konnte geschlussfolgert werden, dass viele Lehrkräfte ebenso viele Probleme hinsichtlich des Verständnisses bezüglich *Nature of Science* haben wie Schülerinnen und Schüler und sie daher auch nicht effektiv vermitteln können bzw. die naiven Vorstellungen vermitteln. Generell wurden viele Studien innerhalb der empirischen Bildungsforschung zwischen den 50er und 70er Jahren durchgeführt, die sich auf die Erfassung von Vorstellungen über *Nature of Science* bezogen, ohne zu versuchen, die Vorstellungen zu verändern (Lederman, 2007).

Mitte der 1980er Jahre wurde begonnen, Zusammenhänge in Bezug auf die Vorstellungen zu *Nature of Science* zu untersuchen und erste strukturelle Veränderungen universitärer Lehre zu implementieren. Lederman und Zeidler (1986) befragten 18 Biologielehrkräfte zu 44 Unterrichtsstunden und konnten zeigen, dass unterschiedliche Niveaus in Bezug auf das Wissen über *Nature of Science* existieren, dieses aber weder einen Einfluss auf die Konzepte der Schülerinnen und Schüler noch auf die Unterrichtspraxis hat. Aguirre, Haggerty und Linder (1990) konnten durch eine Befragung 74 Lehramtsstudierender wiederum zeigen, dass die Vorstellung der angehenden Lehrkräfte zu *Nature of Science* sehr stark variieren. Weiterhin gehen die Autorinnen und Autoren davon aus, dass sich Vorstellungen der Lehrkräfte im Laufe ihrer Karriere festigen und daher schwer zu verändern sind. Somit konnten sie die Ergebnisse sowohl älterer als auch jüngerer Studien bestätigen (Mandl & Huber, 1983; Veal, 2004). Weiterhin zeigte die Studie, dass sich Vorstellungen hinsichtlich *Nature of Science* auf die subjektiven Theorien der Lehrkräfte bezüglich der Lehren und Lernens auswirken (Aguirre et al., 1990). Abd-El-Khalick (2006) führt die naiven Vorstellungen der in einer von ihm durch-

geführten Untersuchung mit 153 Studierenden auf den selbst erlebten naturwissenschaftlichen Unterricht zurück, kritisiert gleichzeitig die noch immer traditionell orientierte naturwissenschaftliche Ausbildung der Universitäten. Darüber hinaus stellten Markic und Eilks (2011) bei einem Vergleich zwischen Anfängern des Lehramtsstudiums, fortgeschrittenen Lehramtsstudierenden und Referendarinnen und Referendaren im Fach Chemie fest, dass im Laufe des Studiums eine Veränderung von traditionellen Sichtweisen hinsichtlich des Unterrichts und *Nature of Science* zu eher modernen Ansichten stattfindet. Die traditionellen Ansichten der Studienanfänger sind auf die von ihnen erlebten eher traditionellen (lehrerzentrierten und auf den Inhalt konzentrierten) Unterrichtsformen zurückzuführen.

Die Ergebnisse der vorgestellten Studien machen deutlich, dass es von großer Bedeutung ist, in der universitären Lehrerbildung naive oder gefestigte Vorstellungen über Erkenntnisgewinnung und Wissenschaft bewusst zu machen und bei Bedarf zu verändern (z.B. Abd-El-Khalick, 2005; Abell & Smith, 1994; Aguirre et al., 1990; Björkman, Henning, Patzwaldt, Musold, Upmeyer zu Belzen, & Tiemann, 2013; Firestone, Wong, Luft, & Fay, 2012; Lotter, Singer, & Godley, 2009).

In einer qualitativen Interviewstudie konnte gezeigt werden, dass Lehrkräfte anhand ihrer Vorstellungen, wie Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler Wissen erzeugen, darauf schließen, wie sich ihre Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliches Wissen aneignen. Dieser Zusammenhang führt zu bestimmten, den Vorstellungen entsprechenden Handlungen im Unterricht (Brickhouse, 1990). Der Zusammenhang zwischen Unterrichtspraxis und Vorstellungen über *Nature of Science* konnte auch in weiteren Studien verifiziert werden (Capps & Crawford, 2013; Carter & Norwood, 1997; Luft, Roehrig, & Patterson, 2003; Martin-Dunlop, 2013; Mellado, 1998; Pomeroy, 1993; White, Deal, & Deniz, 2004). Mellado (1998) konnte beispielsweise feststellen, dass Lehrkräfte mit unterschiedlichen Vorstellungen über *Nature of Science* den Unterricht unterschiedlich gestalten. Andere Studien wiederum falsifizierten diese Ergebnisse (Bell, Lederman, & Abd-El-Khalick, 2000; Lederman, 1999).

Pomeroy (1993) stellte fest, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Sekundarstufenlehrkräfte oft andere, meist traditionellere Vorstellungen in Bezug auf das Wissenschaftsverständnis aber auch in Bezug auf das Lehren und Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte aufweisen als Grundschullehrkräfte. Eine Erklärung dafür ist die recht einseitige nur auf eine wissenschaftliche Methode ausgerichtete Ausbildung der Ersteren (Günther, Grygier, Kircher, Sodian, & Thoerner, 2004). Dogan und Abd-El-Khalick (2008) konnten diesbezüglich zeigen, je mehr sich Lehrerinnen und Lehrer mit Wissenschaft und der Erlangung wissenschaftlichen Wissens auseinandersetzen, desto eher weisen sie naive Vorstellungen zu *Nature of Science* auf.

Weiterhin sind die Vorstellungen der Lehrkräfte zum Wissenschaftsverständnis stark durch methodische Aspekte während des Studiums geprägt (Günther et al., 2004). Dennoch sind Vorstellungen über *Nature of Science* unabhängig vom akademischen Hintergrund der Lehrerinnen und Lehrer (Lederman, 1992; Lederman, Wade, & Bell, 1998).

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Bild der Naturwissenschaften einerseits in den einzelnen Bereichen der Naturwissenschaften inkonsistent ist, aber andererseits auch in der Gesellschaft traditionelle Vorstellungen vorherrschen. Weiterhin gilt, dass diese Vorstellungen je erfahrener die Personen sind, immer schwerer zu verändern sind und daher Möglichkeiten geschaffen werden müssen, um eine Veränderung naiver Vorstellungen herbeizuführen.

Diesbezüglich konnten Akerson, Abd-El-Khalick, und Lederman (2000) zeigen, dass Lehramtsstudierende der Naturwissenschaften vor allem am Anfang ihrer Ausbildung naive Vorstellungen von *Nature of Science* besitzen, diese aber durch eine explizite bewusste Vermittlung erkenntnistheoretischer Aspekte verändert werden können. Bell, Blair, Crawford und Lederman (2003) fanden heraus, dass viele Lehrerinnen und Lehrer die Vorstellung besitzen, eine implizite Vermittlung, also das alleinige Durchführen von Experimenten, genüge, um Wissen über *Nature of Science* aufzubauen. Schülerinnen und Schüler, die sich implizit mit *Nature of Science* auseinandersetzen, zeigten aber kaum Veränderungen im Hinblick auf ihre Vorstellungen auf. Weiterführende Studien bestätigten eine Veränderung von naiven Vorstellungen hin zu elaborierten Vorstellungen über *Nature of Science* durch eine explizite und reflexive Thematisierung (Akerson & Buzzelli, 2007; Akerson, Hanson, & Cullen, 2007; Bartos & Lederman, 2014; Bell, Matkins, & Gansneder, 2011; Bencze, Bowen, & Alsop, 2006; Günther et al., 2004; Hanuscin, Lee, & Akerson, 2011; Küçük, 2008; McDonald, 2010; Morrison, Raab, & Ingram, 2009; Lederman, 2007; Scharmann, Smith, James, & Jensen, 2005; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004; Schwartz, Westerlund, García, & Taylor, 2010).

Die Erforschung von Vorstellungen über *Nature of Science* zeigen also einen Zusammenhang zwischen diesen und der eigenen Unterrichtspraxis sowie eine Veränderung naiver Vorstellungen durch eine explizite Auseinandersetzung mit dem Thema *Nature of Science*.

### *Vorstellungen über Nature of Science von Schülerinnen und Schülern*

Schülervorstellungen über *Nature of Science* ähneln denen von Lehrerinnen und Lehrern. Generell weisen Schülerinnen und Schüler wie Lehrkräfte unterschiedliche Vorstellungen zu *Nature of Science* auf (Carey, Evans, Honda, Jay, & Unger, 1989; Höttecke, 2001). Eine der ersten Erhebungen dazu, durchgeführt von Wilson (1954), so macht Lederman (2007) in einem Literaturreview deutlich, zeigte, dass Schülerinnen und Schüler der Mittel- bzw. Oberstufe der Auffassung sind, Naturwissenschaften seien absolut und erzeugten Wahrheiten. Mead und Métraux (1957), die Schülerinnen und Schüler gleichen Alters zu ihren Vorstellungen hinsichtlich eines Wissenschaftlers befragten, konnten ähnliche Ergebnisse aufzeigen. Klopfer und Cooley (1961) entwickelten ein bedeutendes Messinstrumente (Test on Understanding Science - TOUS) im Bereich der *Nature of Science*-Forschung und fanden heraus, dass die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern gegenüber der Wissenschaft und dem Bild von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ebenfalls unzureichend waren (Lederman, 2007). Auch 40 Jahre später werden diese Befunde noch verifiziert (Bell et al., 2003; Höttecke, 2001;).

Mackay (1971) fasste das fehlende Wissen von Schülerinnen und Schülern bezüglich *Nature of Science* in acht Konzepten zusammen (ähnlich zu Tab. 2.5), deren Ergebnisse in den darauffolgenden Jahren in zahlreichen weiteren Studien bestätigt wurden (Lederman, 2007).

In den darauf folgenden Jahren konzentrierte sich die Unterrichtsforschung auf die Erfassung bestimmter Teilkonzepte der *Nature of Science* (Griffiths & Barry, 1991; Rubba, Homer, & Smith, 1981). Naive Vorstellungen zeigen Schülerinnen und Schüler beispielsweise im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Hypothesen (Carey et al., 1989; Lederman, 2007) oder mit der sozialen Abhängigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse, wobei sich diese Vorstellungen im Laufe der Schulzeit verändern und Vorstellungen über Stereotype beispielsweise im Hinblick auf das Bild eines Wissenschaftlers reduziert werden (Driver et al., 1996). Die Veränderung von Vorstellungen über *Nature of Science* konnte auch in anderen Studien gezeigt werden. Hierbei fällt auf, dass jüngere Schülerinnen und Schüler weniger stabile Überzeugungen aufweisen als ältere Schülerinnen und Schüler (Abd-El-Khalick, 2012; Kremer, 2010). Dies unterstützt einerseits den Ansatz, Aspekte von *Nature of Science* explizit und bereits in unteren Klassenstufen zu unterrichten, andererseits die gefestigten Einstellungen der Lehrkräfte und daher die nur langsamen Veränderungsmöglichkeiten ebenfalls explizit in der Lehrerbildung zu thematisieren.

Experten-Novizen-Vergleiche zeigen, dass Schülerinnen und Schüler andere Vorstellungen als Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern bei der Beurteilung von Schlussfolgerungen haben. Wesentliche Unterschiede finden sich sowohl in Bezug auf die Realisierbarkeit der Durchführung und die beobachteten Daten (bei der Beurteilung von Schlussfolgerungen), als auch auf die Qualität einer Schlussfolgerung. Aus Schülersicht ist diese von persönlichen Vorstellungen und der Glaubhaftigkeit der Schlussfolgerung abhängig (Hogan & Maglienti, 2001). Gleichzeitig können Schülerinnen und Schüler zu einem Aspekt elaboriertes Wissen aufweisen, während sie in Bezug auf einen anderen Aspekt eher naive Vorstellungen aufweisen (Havdala & Ashkenazi, 2007).

Nachdem mehrere Jahre Schülervorstellungen zu *Nature of Science* untersucht wurden, verlagert sich der Forschungsschwerpunkt zukünftiger Arbeiten auf die mögliche Veränderung dieser Vorstellungen. Lederman (1999) betont diesbezüglich, dass Aspekte von *Nature of Science* explizit unterrichtet werden müssen, wie es auch in der Lehrerbildung gefordert wird.

Weiterhin konnte ein Zusammenhang zwischen Wissen und Vorstellungen über *Nature of Science* und der Einstellung zum eigenen Lernen festgestellt werden, was die Forderung einer expliziten Auseinandersetzung befürwortet (Hogan, 2000). Duschl (2000) verlangt diesbezüglich die Einbeziehung der Lehrkräfte in die explizite Gestaltung von Unterricht im Hinblick auf die Organisation naturwissenschaftlicher Untersuchungen beispielsweise durch Lehrerfortbildungen und Einbindung in die zukünftige empirische Bildungsforschung sowie Veränderung curricularer Gegebenheiten. Weitere Studien verifizieren den Ertrag durch eine explizite Reflexion von *Nature of Science* (Abd-El-Khalick, 2012; Galili & Hazan, 2001; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Moss, 2001; Peters, 2012; Schwartz et al.,

2004; Solomon, Duveen, & Scot, 1992; Yacoubian & BouJaoude, 2010). Die Gründe für die Basis naiver Vorstellungen von *Nature of Science* sind im sozio-kulturellen Umfeld der Schülerinnen und Schüler zu finden. Schülerinnen und Schüler mit einem bildungsfernen Hintergrund und einem niedrigen sozioökonomischen Status weisen meist weniger wissenschaftliche Vorstellungen über *Nature of Science* auf als Schülerinnen und Schüler aus bildungsnahe Familien (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008). Neben sozialen und kulturellen Hintergründen spielen Aspekte wie sprachliche Fähigkeiten sowie der naturwissenschaftliche Unterricht der Schülerinnen und Schüler eine große Rolle in Bezug auf ihre Vorstellungen (Duit & Treagust, 1995). Dieser Aspekt wird im Folgenden näher erläutert.

### *Umsetzung von Nature of Science*

Einer der bedeutendsten Gründe für den Aufbau naiver Vorstellungen ist der naturwissenschaftliche Unterricht selbst (Abd-El-Khalick, 2006; Stodolsky, Salk, & Glaessner, 1991) und die damit einhergehenden naiven Vorstellungen der unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer. In anderen Worten „one cannot teach what one does not know“ (Smith & Scharmann, 1999, S. 507). Darüber hinaus organisieren erfahrenere Lehrkräfte ihren Unterricht oft entsprechend ihren Vorstellungen zu *Nature of Science* anders als weniger erfahrene Lehrkräfte. Dies weist auf einen bereits erwähnten Zusammenhang zwischen den eigenen Vorstellungen über *Nature of Science* und der eigenen Unterrichtspraxis hin. Dennoch werden auch bei erfahreneren Lehrerinnen und Lehrern die Inhalte von *Nature of Science* weder explizit unterrichtet noch in ihren Planungen zum Unterricht berücksichtigt (Lederman, 1999). Es zeigt sich aber auch, dass jeder noch so an Experimenten und Schüleraktivitäten orientierte Unterricht nicht zwangsläufig zu den gewünschten Lernzuwächsen in Bezug auf das Wissenschaftsverständnis führen muss (Bell, 2006; Schwartz et al., 2004). Allerdings sind Lehrkräfte mit einem höheren Wissenschaftsverständnis in der Lage, Aspekte von *Nature of Science* sowohl kontextualisiert als auch dekontextualisiert zu unterrichten. Im Gegensatz dazu vermitteln Lehrerinnen und Lehrer mit naiven Vorstellungen wissenschaftstheoretische Inhalte meist nur dekontextualisiert und stellen keine Verbindungen zwischen Aspekten von *Nature of Science* und zu unterrichtenden Fachinhalten her (Clough & Olson, 2012).

Es zeigt sich auch, dass in Bezug auf die Umsetzung von *Nature of Science* die curricularen Gegebenheiten eine wichtige Rolle spielen. Sind Aspekte von *Nature of Science* explizit im Curriculum enthalten, fließen diese eher in die Planung des Unterrichts ein (Lederman, 1999, Brickhouse, 1990). Darüber hinaus zeigt sich, dass naive Vorstellungen von Lehrkräften diese davon abhalten, *Nature of Science* zu unterrichten (Capps & Crawford, 2013). Aber nicht nur fehlendes Wissen über *Nature of Science*, auch der Druck, Fachinhalte vermitteln zu müssen, organisatorische Aspekte, Bedenken gegenüber der Fähigkeiten und Motivation der Schülerinnen und Schüler sowie eine fehlende Absicht, Aspekte von *Nature of Science* zu lehren als auch institutionelle Restriktionen und Lehrerfahrung sind Gründe für das verminderte Auftre-

ten der Vermittlung von Wissenschaftsverständnis im naturwissenschaftlichen Unterricht (Lederman, Lederman, Kim, & Ko, 2012).

Prinzipiell müssen den Lehrerinnen und Lehrern die Zugänge zur Thematisierung von Inhalten zum Naturwissenschaftsverständnis erleichtert werden. Dies kann entweder bereits in der universitären Lehrerbildung erfolgen (z.B. Björkman et al., 2013) oder zu einem späteren Zeitpunkt in Form von Lehrerfortbildungen. Dabei sollte eine Sensibilisierung für naive und elaborierte Vorstellung zum Naturwissenschaftsverständnis ermöglicht werden.

### *Instrumente zur Erfassung von Nature of Science*

Problematisch ist, dass Lehrkräfte oft nicht wissen, welche naiven und wissenschaftlichen Vorstellungen ihre Schülerinnen und Schüler besitzen. Das liegt meist an zu wenig vorhandenen Strategien, solche Vorstellungen zu erfassen (Hanuscin, Lee, & Akerson, 2011). Instrumente zur Erfassung von Vorstellungen zu *Nature of Science* sind in der empirischen Bildungsforschung zahlreich vorhanden, allerdings meist nicht für die unterrichtliche Praxis geeignet.

Eine Auflistung zeigt bereits existierende Fragebögen zur Erfassung der Vorstellungen über *Nature of Science* (Tab. 2.6).

## 2 Theoretischer Hintergrund

**Tabelle 2.6:** Instrumente zur Erfassung von Vorstellungen über *Nature of Science*; verändert nach Lederman (2007, S. 862); ergänzte Instrumente ■.

Jahreszahl	Instrument	Autorinnen und Autoren	Format	Quelle
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson	Forced-choice statements	(Miller, Montplaisir, Offerdahl, Cheng, & Ketterling, 2010)
1958	Facts About Science Test (FAST)	Stice	Multiple choice	(Educational Testing Service)
1959	Science Attitude Scale	Allen	k.A.	(Lederman, 2007)
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley & Klopfer	60 four-alternative multiple-choice items	(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)
1962	Processes of Science Test	BSCS	k.A.	(Biological Sciences Curriculum Study, 1962)
1966	Inventory of Science Attitudes, Interests, and Appreciations	Swan	k.A.	(Lederman, 2007)
1967	Science Process Inventory (SPI)	Welch	135 forced-choice (agree/disagree) statements	(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)
1967	Wisconsin Inventory of Science Processess (WISP)	Scientific Literacy Research Center	93 "agree/disagree" Analogous statements	(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)
1968	Science Support Scale	Schwirian	40-item likert-scale	(Bratt & Devito, 1978)
1968	Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball	29 three-point Likert-type items	(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)
1969	Test on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth	52 three-point Likert-type items	(Korth, 1969)
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore & Sutman	60 four-point Likert-type items	(Liu, 2010)
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford & Walding	k.A.	
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh & Hasan	60 multiple-choice items	(Lederman, 2007)
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis	40-item five-point likert scale	(Lederman, 2007)
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba	48-item five-point likert scale	(Lederman, 2007)
1978	Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)	Fraser	70 5-point scale items	(Fraser, 1978)
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser	9 scales; multiple-choice-items	(Fraser, 1980)
1981	Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham & Smith	40-item four-point likert scale	(Lederman, 2007)

## 2 Theoretischer Hintergrund

<b>Jahreszahl</b>	<b>Instrument</b>	<b>Autorinnen und Autoren</b>	<b>Format</b>	<b>Quelle</b>
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi	64forced-choice (agree/disagree) statements	(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)
1987	Views on Science-Technology-Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming, & Ryan	114 multiple-choice items	(Lederman, 2007)
1987	Test about methods of science	Johnson & Peebles	20five-point Likert-type items	(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)
1990	Views of Nature of Science A(VNOS-A)	Lederman & O'Malley	Open-ended survey	(Lederman, 2007)
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)	Meichtry	32-item five-point likert scale	(Lederman, 2007)
1995	Critical Incidents	Nott & Wellington	Open-ended survey	(Lederman, 2007)
1996	Views of Science Survey (VASS)	Halloun	Contrasting Alternatives Design	(Halloun, 2001)
1998	Views of Nature of Science B (VNOS-B)	Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman	Open-ended survey	(Lederman, 2007)
2000	Views of Nature of Science C (VNOS-C)	Abd-El-Khalick & Lederman	Open-ended survey	(Lederman, 2007)
2002	Views of Nature of Science D (VNOS-D)	Lederman & Khishfe	Open-ended survey	(Lederman, 2007)
2004	Views of Nature of Science E (VNOS-E)	Lederman & Ko	Open-ended survey	(Lederman, 2007)
2006	Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI)	Liang et al.	10 questions including 58-items five-point Likert scale; open-ended	(Liang, et al., 2006)
2008	Seven Scales of Nature of Science questionnaire (SNOS)	Urhahne, Kremer, & Mayer	44 items five-point-likert scale	(Neumann, 2011)



Lederman et al. (1998) bzw. Lederman (2007) machen mit dieser Auflistung deutlich, dass zum einen eine große Anzahl an bereits existierenden Instrumenten (meist mit geschlossenen Formaten) zur Erfassung von *Nature of Science* vorliegt, zum anderen führen die Ergebnisse der Instrumente meist zu verzerrten Interpretationen, was unter anderem auf Konstruktionsmängel der Instrumente zurückzuführen ist. Weiterhin sind die Instrumente wenig valide, da nicht nur Aspekte von *Nature of Science* in den Fragebögen berücksichtigt werden, sondern manuelle Fähigkeiten und Einstellungen zur Naturwissenschaft.

Dies zeigt die Schwierigkeit der Erfassung von *Nature of Science* bzw. epistemologischer Überzeugungen im Allgemeinen auf. Das liegt einerseits an der inhaltlichen Breite des Konstrukts *Nature of Science* und andererseits an der Schwierigkeit diese zu operationalisieren (Priemer, 2003). Weiterhin wird kritisiert, dass die in den Instrumenten enthaltenen Konstrukte häufig nicht konform mit den Meinungen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sind (Lederman, 2007). Daher ist zum einen darauf zu achten, dass die in einem Instrument abgefragten Aspekte von *Nature of Science* mit dem Wissen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern weitestgehend übereinstimmen und zum anderen die Ergebnisse hinsichtlich der Schwierigkeiten eines solchen Instruments entsprechend interpretiert werden (Priemer, 2003).

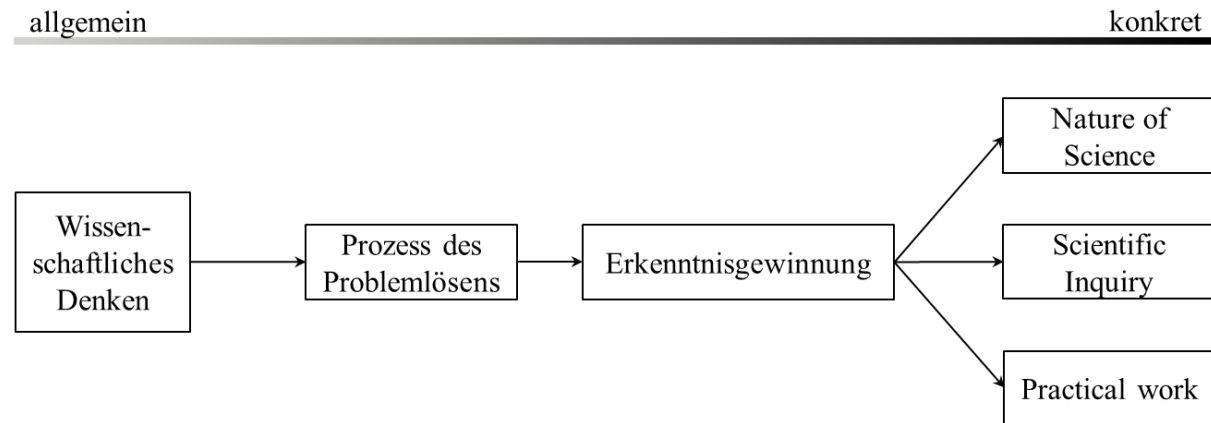
### 2.3.3 *Scientific Inquiry*

Wie das Konzept *Nature of Science* stellt auch *Scientific Inquiry* (übersetzt „naturwissenschaftliche Untersuchung“) bzw. der Prozess der Erkenntnisgewinnung einen zentralen Punkt im Hinblick auf die Erlangung naturwissenschaftlicher Grundbildung dar (Labudde & Möller, 2012). Während *Nature of Science* das „teaching about science“ also eine eher metakognitive Ebene umfasst, charakterisiert *Scientific Inquiry* auf einer praktischen Ebene das „doing science“ (Bybee, 2006; NRC, 1996). Jüngere Studien diskutieren dennoch, dass auch *Scientific Inquiry* eine metakognitive Ebene beinhaltet – *Nature of Scientific Inquiry* –, welche das Wissen bzw. die Vorstellungen über die Erlangung naturwissenschaftlichen Wissens beschreibt (Capps & Crawford, 2013; Carey et al., 1989; Driver et al., 1996; Lederman et al., 2012; Schwartz, Lederman, & Lederman, 2008). Eine Trennung zwischen *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* ist jedoch schwierig. Einerseits berichteten Neumann, Neumann & Nehm (2011), dass ein zweidimensionales Raschmodell (NoS/NoSI) die Daten besser repräsentiert als ein eindimensionales. Andererseits wird auf eine gegenseitige Überlappung beider Konstrukte hingewiesen (Kremer, 2010; Neumann, 2011; Schwartz et al., 2008).

Auch in Bezug auf das Konzept *Scientific Inquiry* fehlt trotz großer Bedeutung im heutigen naturwissenschaftlichen Unterricht ein einheitlicher Konsens. Gründe dafür sind einerseits darin zu finden, dass verschiedene Wissenschaftsbereiche jeweils unterschiedliche Definitionen naturwissenschaftlicher Untersuchungen ausweisen, zum anderen werden in der Literatur unterschiedliche Konzepte („*Scientific Inquiry*“, „*inquiry-based learning*“, „*inquiry-based teaching*“) im Rahmen des *Inquiry*-Ansatzes genannt (Capps et al., 2012). Im Allgemeinen

beschreibt *Scientific Inquiry* die Aneignung von (naturwissenschaftlichem) Wissen in Anlehnung an die Herangehensweisen von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern (Alberts, 2000; Capps et al., 2012; Lederman, 2006 NRC, 1996; 2012). Weiterhin kann mit Hilfe von *Scientific Inquiry* das naturwissenschaftliche Denken und Arbeiten simuliert und erlernt werden. Naturwissenschaftliches Wissen und Fähigkeiten sowie das Verständnis über die Naturwissenschaften und deren Prozesse werden vermittelt (Hofstein & Walberg, 1995). Dadurch können naive epistemologische Überzeugungen verändert werden (Conley, Pintrich, Vekiri, & Harrison, 2004). Das durch *Scientific Inquiry* erworbene methodische Wissen kann darüber hinaus auf neue Phänomene und naturwissenschaftliche Probleme transferiert werden (Anderson, 2002; Neber & Anton, 2008; Tiemann & Bley, 2011; Yager & Akcay, 2010). Weiterhin fördert naturwissenschaftlicher Unterricht im Sinne des *Inquiry*-Ansatzes die Lernmotivation von Schülerinnen und Schülern (Alberts, 2000; Minner, Levy, & Century, 2010; Neber & Anton, 2008; Short, 1996; Yager & Akcay, 2010;). *Inquiry*-Ansätze bieten einen besseren Zugang zu naturwissenschaftlichen Inhalten als traditionellere Ansätze (Capps et al., 2012). Trotz indifferenter Ergebnisse in Bezug auf den Lerneffekt (Anderson, 2002; Blanchard, Southerland, Osborne, Sampson, Annetta, & Granger, 2010; Minner, et al., 2010) initiiert die Umsetzung von *Scientific Inquiry* das aktive Denken (Capps et al., 2012; Minner et al., 2010), wobei das Ziehen von Schlussfolgerungen aus erhobenen Daten die Fähigkeit erhöht, naturwissenschaftliche Inhalte zu verstehen (Minner et al., 2010). So zeigt sich, dass Schülerinnen und Schüler, die häufiger *Inquiry*-orientiert denken, bessere Fachwissenskompetenzen aufweisen – vor allem in Bezug auf naturwissenschaftliche Konzepte (Minner et al., 2010; Yager & Akcay, 2010).

Das Bestreben, das praktische Arbeiten in Form von *Scientific Inquiry* in den naturwissenschaftlichen Unterricht zu überführen, hat seinen Ursprung in der angloamerikanischen wissenschaftstheoretischen, lerntheoretischen und naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Es dauerte allerdings fast 150 Jahre, bis diese Erkenntnis im naturwissenschaftlichen Unterricht umgesetzt wurde (Deboer, 2006). Bis Ende der 1970er Jahre lag der Fokus des naturwissenschaftlichen Unterrichts darin, Fachinhalte zu vermitteln, wodurch die Vermittlung deklarativen Wissens im Fokus stand. Anfang der 1980er Jahre wurde darüber hinaus begonnen, die Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf das prozedurale Wissen und das naturwissenschaftliche Denken zu fördern (Klahr, Matlen, & Jirout, 2013). Die Auseinandersetzung zum Forschungsstand um wissenschaftliches Denken zeigt, dass je nach Forschungsgebiet dieses Konzept unterschiedlich konzeptualisiert (*scientific reasoning*, *procedural understanding*, *concepts of evidence* sowie *process/inquiry skills*) ist. Inhaltlich beschreibt es aber den Prozess des Problemlösens, wobei die Erkenntnisgewinnung einen Spezialfall dieses Prozesses mit der Abfolge spezifischer Prozeduren darstellt (Mayer, 2007). Abbildung 2.6 verdeutlicht den Zusammengang zwischen naturwissenschaftlichem Denken und *Scientific Inquiry*.



**Abbildung 2.6:** Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlichem Denken, Problemlösen und *Scientific Inquiry*; nach Mayer (2007).

Die Fähigkeit, Probleme lösen zu können, wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts als wichtige Komponente des naturwissenschaftlichen Unterrichts angesehen. Dabei ist das Problemlösen eine sich auf das Denken auswirkende Handlung (Funke & Zumbach, 2006). Allgemein beschreibt Hayes (1981, S. i) dies auf folgende Weise: „Whenever there is a gap between where you are now and where you want to be, and you don’t know how to find a way to cross the gap, you have a problem. Solving a problem means finding an appropriate way to cross a gap“. Zentrales Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts ist genau diese Vermittlung von Strategien und Förderung von Fähigkeiten, um Probleme lösen zu können (KMK, 2005b).

Die Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudien TIMSS 1995 und PISA 2000 zeigten zum ersten Mal, dass dieses Ziel nicht erfüllt worden ist und die bisherige einseitige Steuerung des Bildungssystems durch curriculare Vorgaben nicht ausreicht, um Schülerinnen und Schüler ausreichend zu fördern. Es müssen Möglichkeiten geschaffen werden, diese Vorgaben in Form von Lernergebnissen zu überprüfen und somit „den Aufbau von Kompetenzen, Qualifikationen, Wissensstrukturen, Einstellungen, Überzeugungen, Werthaltungen – also von Persönlichkeitsmerkmalen bei den Schülerinnen und Schülern [zu initiieren], mit denen die Basis für ein lebenslanges Lernen zur persönlichen Weiterentwicklung und gesellschaftlichen Beteiligung gelegt ist“ (Klieme et al., 2003, S. 12). Aus dieser Forderung folgte die Formulierung und Einführung nationaler Bildungsstandards durch die Kultusministerkonferenz (Wellnitz et al., 2012). Die Bildungsstandards beschreiben dabei allgemeine Bildungsziele, die fachspezifisch in Form von Standards innerhalb von Kompetenzbereichen konkretisiert werden und darüber Auskunft geben, über welche Fähigkeiten Schülerinnen und Schüler bis in einer bestimmten Jahrgangsstufe verfügen sollen (Klieme et al., 2003). In den Bildungsstandards nimmt die Fähigkeit des Problemlösens eine bedeutende Rolle ein (Wellnitz et al., 2012). So lehnte sich die Kultusministerkonferenz an die Forderungen Weinerts (2001) an. Dort wird beschrieben, dass Schülerinnen und Schüler Fähigkeiten erlangen sollen, die ihnen das Lösen von Problemen ermöglicht, „um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001, S. 27f). Der

Kompetenzbereich, in der die Vermittlung von Problemlösekompetenzen am stärksten verankert ist, ist die Erkenntnisgewinnung.

Im Fach Chemie werden folgende Kompetenzen beschrieben, die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der 10. Jahrgangsstufe aufweisen sollen:

**Tabelle 2.7:** Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (KMK, 2005b, S. 12).

	<b>Schülerinnen und Schüler...</b>
E 1	... erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten sind
E 2	... planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen
E 3	... führen qualitative und einfache quantitative experimentelle und andere Untersuchungen durch und protokollieren diese
E 4	... beachten beim Experimentieren Sicherheits- und Umweltaspekte
E 5	... erheben bei Untersuchungen, insbesondere in chemischen Experimenten, relevante Daten oder recherchieren sie
E 6	... finden in erhobenen oder recherchierten Daten Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen
E 7	... nutzen geeignete Modelle (z.B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente) um chemische Fragestellungen zu bearbeiten
E 8	... zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf

Diese Standards enthalten sowohl Aspekte von *Scientific Inquiry* (E 1 – E 6), als auch von *Nature of Science* (E 8)<sup>2</sup> (Mayer, 2007; Wellnitz et al., 2012), dessen Zusammenhang das Rahmenkonzept nach Mayer (2007) bestätigt.

Demnach ist Erkenntnisgewinnung ein „komplexer, kognitiver, wissensbasierter Problemlöseprozess (...), der durch spezifische Prozeduren charakterisiert ist“ (Mayer, 2007, S. 181). Die Problemlösung ist dabei abhängig von der Qualität der Prozeduren sowie von Situations- als auch von Personenmerkmalen wie beispielsweise vom deklarativen Wissen bzw. Vorwissen (Dunbar & Klahr, 1989; Funke, 2003; Gabel & Bunce, 1994; Klahr & Dunbar, 1988; Mayer, 2007).

### *Phasen von Scientific Inquiry*

In Bezug auf den Prozess von *Scientific Inquiry* gibt es in der Literatur keinen Konsens darüber, welche Schritte dieser Prozess beinhaltet. In Tabelle 2.8 findet sich eine Auflistung von Studien, die den *Inquiry*-Prozess erforschen und jeweils diesen unterschiedlich unterteilen. Sie setzt sich aus Studien der Naturwissenschaftsdidaktik bzw. der Psychologie zusammen. *Scientific Inquiry* wird meist als iterativer Prozess angesehen, wobei die durch die Untersu-

<sup>2</sup> Die Kompetenz E 7 bezieht sich auf das Nutzen von Modellen zur Erkenntnisgewinnung und wird später im Zusammenhang mit den Arbeitsweisen der Erkenntnisgewinnung näher betrachtet.

chung ermittelten Ergebnisse zu neuen Fragestellungen führen bzw. die Ergebnisse auf anfangs formulierte Hypothesen bezogen werden (u.a. Lunetta, 1998; White & Frederiksen, 2002). Viele der in der Tabelle angeführten Studien beziehen sich auf das Experimentieren.

## 2 Theoretischer Hintergrund

**Tabelle 2.8:** Phasen von *Scientific Inquiry* ausgewählter Studien nach Wellnitz et al. (2012) und Emden (2011).

	<b>Fragestellung</b>	<b>Hypothese</b>	<b>Planung</b>	<b>Durchführung</b>	<b>Auswertung</b>	<b>Schlussfolgerung / Interpretation</b>	<b>Reflexion</b>
(Capps & Crawford, 2013)	Probleme identifizieren in Form von Fragestellungen		Planung von Untersuchungen	Durchführung von Untersuchungen: Beobachten, Beschreiben, Protokollieren, Aufbereiten		Interpretation, Theoretisierung, Generalisierung	
(Chinn & Malhotra, 2002)	Generierung von Forschungsfragen		Planung von Untersuchungen - Auswählen von Variablen - Planen von Untersuchungsverfahren - Kontrollieren von Variablen - Planen von Messungen	Beobachten	Erklären von Ergebnissen - Umwandlung von Beobachtungen - Fehlerbetrachtung - Interpretation - Generalisierung		
(Grube, 2011)	Fragestellung formulieren	Hypothesen generieren	Planung einer Untersuchung		Deutung der Ergebnisse		
(Hammann, Phan, & Bayrhuber, 2007; Klahr, 2000; Klos et al., 2008)		Bildung von Hypothesen	Testen von Hypothesen		Analyse von Evidenzen		
(Hofstein et al., 2005)	Hypothesenbildung - Formulierung von Fragestellungen - Auswahl einer Fragestellung - Formulierung von Hypothesen zur ausgewählten Fragestellung		Planung (eines Experiments) - Planung eines Experiments zur Beantwortung der Fragestellung - Präsentation des Plan zur Durchführung des Experiments - Aufbau des Experiments (Hilfe durch Lehrkraft) - Durchführung des geplanten Experiments - Beobachtung und dessen Protokollierung - Diskussion der Ergebnisse (Analyse der Ergebnisse) - Interpretation hinsichtlich der anfangs aufgestellten Hypothese				

	Fragestellung	Hypothese	Planung	Durchführung	Auswertung	Schlussfolgerung / Interpretation	Reflexion
Koppelt & Tiemann (2010); Scherer, 2012	Verstehen und Charakterisieren eines Problems: - gezielte Informationsentnahme - Verstehen von Formeln - Ansehen domänenspezifischer Informationsquellen - Einbringen von Fach- und Vorwissen		Repräsentieren des Problems: - Erstellung eigener Repräsentationen zur Operationalisierung mentaler Modelle zum gegebenen Problem - Wechsel der Repräsentationsformen	Lösen der Probleme: - systematischer Umgang mit Variablen zur Problemlösung - Beurteilung experimenteller Vorgehensweisen - Anwendung von Problemlösestrategien			Reflektieren und Kommunizieren der Problemlösung: - Einordnung von Lösungen - Treffen von Entscheidungen zur Kommunikation der Lösung
(Lunetta, 1998)	Planung und Design: - Formulierung zu untersuchende Forschungsfragen - Vorhersagen von Ergebnissen - Formulierung von Hypothesen - Planung und Entwurf (experimenteller) Vorgehensweisen			Durchführung: - Durchführung der Untersuchung - Verwendung und Veränderung verwendeter Materialien - Treffen von Entscheidungen über Untersuchungsmethoden - Beobachtung und Protokollierung von Daten	Auswertung und Interpretation: - Organisation und Verarbeitung der Daten - Erklärung von Zusammenhängen - Generalisierungen - Prüfung der Richtigkeit der Daten - Darlegung der Annahmen und Einschränkungen - Formulierung neuer Fragestellungen (Anschließende Anwendung auf neue Situationen)		

## 2 Theoretischer Hintergrund

	<b>Fragestellung</b>	<b>Hypothese</b>	<b>Planung</b>	<b>Durchführung</b>	<b>Auswertung</b>	<b>Schlussfolgerung / Interpretation</b>	<b>Reflexion</b>
(Maiseyenka, Nawrath, & Schecker, 2011)	Fragestellung entwickeln	Hypothesen bilden	Experiment planen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versuchsanordnung selbst aufbauen und Fehler beseitigen</li> <li>- Beobachten/Messen</li> </ul>	Daten aufbereiten	Sachgerechte Schlüsse ziehen	
Nehring, Nowak, Upmeyer zu Belzen, & Tiemann (2012)	Fragestellung und Hypothese: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung von Fragestellungen und Hypothesen zu korrelativen und kausalen Zusammenhängen</li> </ul>		Planung und Durchführung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- (Modell)Versuche durchführen</li> <li>- Identifikation und Variation von Variablen</li> <li>- Datengenerierung</li> <li>- kriteriengeleitete Untersuchung von Objekten und Systemen</li> </ul>		Auswertung und Reflexion: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich von Daten</li> <li>- Interpretation der Daten mit Rückbezug auf Hypothesen</li> <li>- ggf. Änderung oder Revision von Modellen</li> <li>- Aufstellung kausaler Zusammenhänge zwischen Variablen</li> <li>- Aufstellung korrelativer Zusammenhänge</li> </ul>		
(NRC, 2002)	Entwicklung von Fragestellungen zur empirischen Überprüfung	Verbindung zur Theorie durch Aufstellen von Hypothesen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung von Untersuchungsmethoden, die die Beantwortung der Forschungsfrage ermöglicht</li> <li>- kohärente und explizite Durchführung der Untersuchung</li> </ul>			Formulierung von Verallgemeinerungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Offenlegung des Forschungsprozesses</li> <li>- Kritische Prüfung des Prozesses</li> </ul>
(NRC, 2012)	Formulieren von Fragestellungen und Definition von Problemen		Planung und Durchführung von Untersuchungen		Analyse und Interpretation von Daten Theoretisierung und Generalisierung		Bewertung der wissenschaftlichen Gültigkeit der Informationen



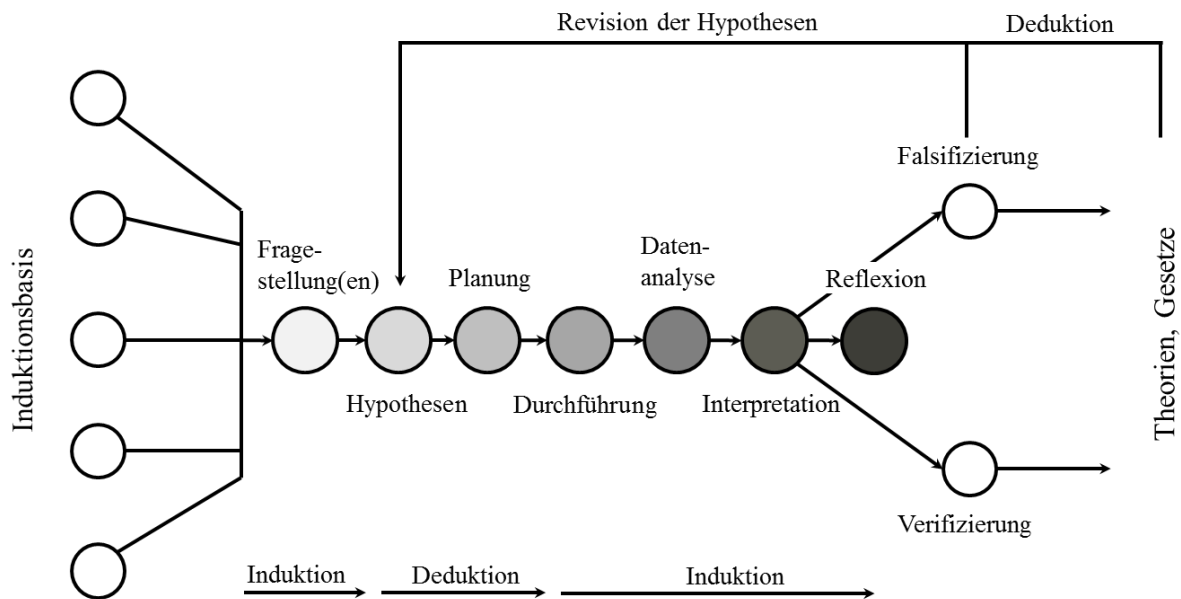
## 2 Theoretischer Hintergrund

	Fragestellung	Hypothese	Planung	Durchführung	Auswertung	Schlussfolgerung / Interpretation	Reflexion
(Schreiber, Theyßen, & Schecker, 2009)	Planung: - vorgegebene Fragestellung klären - Fragestellung entwickeln - Erwartungen formulieren und Hypothesen bilden - Versuchsplan entwerfen (zwischen Planung und Durchführung)			Durchführung: - Geräte zusammenstellen - Versuchsanordnung aufbauen - Messungen durchführen und dokumentieren	Auswertung: - Messdaten verarbeiten - Messdaten interpretieren - Ergebnis auf Fragestellung, Erwartung, Hypothese beziehen		- Umgang mit Problemen und Fehlern (zwischen Durchführung und Auswertung)
Tiemann & Bley (2011)	Finden der Fragestellung: - Betrachtung einer Situation, eines Problems, eines Konflikts - Entscheidung für Fragestellung	Organisation d. Informationen: - Informationsselektion zur Beantwortung der Fragestellung - Aufstellen von Hypothesen	Planung des Vorgehens: - Planung einer Untersuchung zur Überprüfung der Hypothese(n) - Auswahl von Variablen - Durchführungsplan - Planung zur Erstellung eines Protokolls	Durchführung des Plans: - Aufgabenmanagement - Sammlung der Beobachtungen und Messdaten	Analyse der Ergebnisse: - Ziehen einer Schlussfolgerung - Fehleranalyse - Präsentation der Ergebnisse		
(Walpuski, 2006)	Idee/Hypothese finden		Experiment/ Durchführung		Schlussfolgerung		
(White & Frederiksen, 1998)	Formulierung von Fragestellungen	Formulierung von Vorhersagen und Hypothesen	Planung und Durchführung von Experimenten		Analysieren der Daten	Zusammenfassung der Ergebnisse (nw. Gesetze und Modelle)	Verbesserung der Untersuchung durch Reflexion der Grenzen und Schwächen

Es zeigt sich, dass *Scientific Inquiry* in unterschiedliche Phasen unterteilt werden kann, diesbezüglich allerdings kein Konsens existiert. Viele Studien unterteilen den Prozess in drei grundlegende Phasen (Hammann, et al., 2007; Klahr, 2000; Klos et al., 2008; Nehring et al., 2012; Schreiber, Theysen, & Schecker, 2009; Lunetta, 1998; Walpuski, 2006). Grundlage dieser Dreiteilung stellt in einigen dieser Studien das *Scientific Discovery as Dual Search-Modell* (SDDS-Modell) dar. Ausgehend von den Untersuchungen von Goodnow und Austin (1956), Wason (1960), Bruner, und Simon und Lea (1974) sowie Simon (1977) haben Klahr und Dunbar (1988) ein Modell entwickelt, welches die benötigten Fähigkeiten und die ablaufenden Aktivitäten während des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses beschreibt. Inhaltlich werden die Aktivitäten in zwei Such-Räume unterteilt, den Hypothesen-Raum und den Experiment-Raum (Hammann et al., 2007). Während Ersterer durch das Vorwissen der Personen und die ermittelten Ergebnisse aus dem Experiment-Raum beeinflusst wird, ist der Experiment-Raum von den aufgestellten Hypothesen bzw. durch vorherige Ergebnisse neu formulierter Hypothesen abhängig. Dieser wechselseitige Prozess zwischen Hypothesen- und Experiment-Raum wird von den drei Komponenten *Search Hypothesis Space*, *Test Hypothesis* und *Evaluate Evidence* kontrolliert. Diese werden durch weitere Unteraktivitäten charakterisiert. Das Modell kann auf alle Prozesse bezogen werden, die das Formulieren von Hypothesen und Sammeln von Daten beinhalten (Klahr & Dunbar, 1988). Es stellt darüber hinaus die Basis vieler Studien zum Experimentieren und zum *Inquiry*-Prozess dar.

In vielen anderen Fällen werden die *Inquiry* -Phasen noch stärker ausdifferenziert und detaillierter beschrieben (Chinn & Malhotra, 2002; Grube, 2011; Kipnis & Hofstein, 2008; Maisyeyenka et al., 2011; NRC, 2002; Tiemann & Bley, 2011; White & Frederiksen, 1998). Diese Beschreibungen zeigen, dass spezifische Aktivitäten und Phasen beim naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess beobachtbar sind und erst das Zusammenspiel dieser charakteristischen Prozeduren den Prozess von *Scientific Inquiry* ausmacht.

Dieses Zusammenspiel ist ein wechselseitiger Prozess zwischen Induktions- und Deduktionsprozessen und wird auch als hypothetisch-deduktive bzw. experimentelle Methode bezeichnet (Abb. 2.7). Während die Induktion den Erkenntnisweg vom Spezifischen auf etwas Allgemeines beschreibt, kann die Deduktion als Gegenstück dessen betrachtet werden. Isoliert voneinander funktionieren die beiden Erkenntniswege nur in Spezialfällen. So kommt die reine Deduktion nur in der Logik oder der Mathematik in Form eigens aufgestellter Axiome und Schlussfolgerungen derer vor (Pfeifer, Lutz, & Bader, 2002). Die Induktion hingegen ist nach Popper (1935) allein gar nicht möglich und sie wird so in der Naturwissenschaftsgeschichte auch nicht durchgeführt (Kircher, Girwidz, & Häußler, 2001), weil sich einer Theorie nur durch Falsifikation genähert werden kann. Das Schema beschreibt dabei die Bildung von Theorien und Gesetzmäßigkeiten, die sich durch induktive und deduktive Anteile und der Verifizierung bzw. Falsifizierung von Hypothesen entwickeln. Diese am realen wissenschaftlichen Erkenntnisprozess angelegte Herangehensweise kann auch auf den Chemie- bzw. naturwissenschaftlichen Unterricht übertragen werden (Pfeifer, Lutz, & Bader, 2002).



**Abbildung 2.7:** Naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozess; hypothetisch-deduktiv; abgeändert nach Pfeifer, Lutz und Bader (2002, S. 95), Völzke (2012, S. 16), Klautke (1990, S. 74), Lutz und Bader (2003; S. 1).

Ausgehend von einem oder mehreren Phänomenen entsteht ein Problem – die Entwicklung von Fragestellungen kann initiiert werden. Diese ermöglicht die Beantwortung des Problem bzw. Phänomens (Schreiber et al., 2009; NRC, 2002; NRC, 2012). Um eine Fragestellung formulieren bzw. auswählen zu können, die naturwissenschaftlich überprüfbar ist, bedarf es der Beschreibung des Phänomens und der Definition des Problems (Mayer, 2004a; 2004b). Eine naturwissenschaftliche Fragestellung muss empirisch, also mit Hilfe von Experimenten, Beobachtungen und Modellen, untersucht und beantwortet werden können (Hofstein et al., 2005; Nehring et al., 2013). Fragen können sich entweder auf eine Beschreibung, auf einen kausalen Zusammenhang oder auf einen Prozess beziehen (NRC, 2002). Im Hinblick auf eine Fragestellung lassen sich Hypothesen formulieren. Hypothesen beziehen sich zum einen auf realen, empirisch untersuchbaren Sachverhalt, sind allgemein gültig, liegen formal und zumindest implizit als Konditionalsatz vor und sind falsifizierbar (Bortz & Döring, 2006). Quellen zur Formulierung von Hypothesen bilden zum einen das Vorwissen oder zum anderen experimentell bzw. durch Beobachtungen erhobene Daten (Klahr, 2000). Im Zentrum der Hypothesenbildung steht das Formulieren mehrerer Hypothesen und die anschließende Auswahl und Begründung einer vollständig spezifizierten Untersuchungshypothese (Mayer, 2004a), die als Grundlage weiterer Schritte fungiert (Hammann et al., 2007; Klahr, 2000).

Das Planen von Untersuchungen setzt einerseits fachunspezifisches Wissen über die eigenen Grenzen der Informationsverarbeitung, andererseits fach- und kontextspezifisches Wissen über Einschränkungen und Grenzen des Kontextes voraus (Klahr, 2000). Ziel der Planung ist die Auswahl geeigneter Strategien zur Beantwortung der Fragestellungen und Überprüfung der Hypothesen (Kipnis & Hofstein, 2008). Teilaspekt des Planens ist die theoretische und praktische Entwicklung und Vorstellung eines Entwurfs zur Untersuchung (Hofstein et al.,

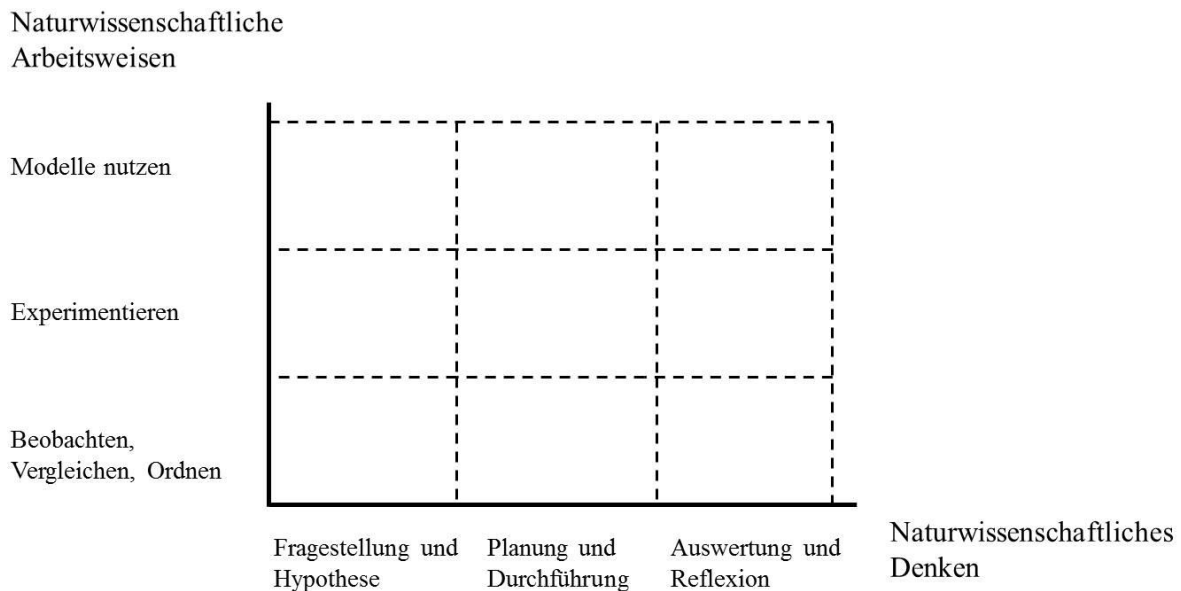
2005; Mayer, 2004a; Mayer, 2004b; Schreiber et al., 2009). Bei der Planung von Experimenten spielt darüber hinaus die Identifizierung und Kontrolle relevanter Variablen eine wichtige Rolle (Mayer, 2004a; Schreiber et al., 2009). Dabei stehen die Betrachtung, die systematische Kontrolle und Variation abhängiger und unabhängiger Variablen und anderer Einflussgrößen im Mittelpunkt (Barzel, Reinhoffer, & Schrenk, 2012). Allgemein beinhaltet die Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen die Auswahl geeigneter Messinstrumente sowie das Treffen von Entscheidungen bezüglich des Mess- und Beobachtungsverfahrens in Form eines Protokolls (Chinn & Malhotra, 2002; Mayer, 2004a; 2004b).

In Anlehnung an die Planung einer Untersuchung wird diese durchgeführt. Teil der Durchführung ist dabei zum einen der Aufbau der Untersuchung (Hofstein et al., 2005; Lunetta, 1998; Maiseyenka et al., 2011; Schreiber et al., 2009). Während der Durchführung steht zum anderen das Beobachten und Messen sowie das Protokollieren unter Beachtung von Sicherheitsaspekten im Mittelpunkt (Capps & Crawford, 2013; Chinn & Malhotra, 2002; Hofstein et al., 2005; Kipnis & Hofstein, 2008; KMK, 2005b; Lunetta, 1998; Maiseyenka et al., 2011; Schreiber et al., 2009).

Die Auswertung der Untersuchung beinhaltet in erster Linie die Analyse der Daten (Hofstein et al., 2005; White & Frederiksen, 1998). Dazu müssen die Daten geordnet und in andere Datenformate in Form von Graphen, Diagrammen oder Tabellen umgewandelt und aufbereitet werden (Capps & Crawford, 2013; Chinn & Malhotra, 2002; Lunetta, 1998; Maiseyenka et al., 2011; NRC, 2012; Schreiber et al., 2009). Die aufbereiteten Daten dienen zur sachgerechten Schlussfolgerung und Interpretation hinsichtlich der anfangs aufgestellten Fragestellungen und Hypothesen (Capps & Crawford, 2013; Chinn & Malhotra, 2002; Hofstein et al., 2005; Maiseyenka et al., 2011; NRC, 2012; Schreiber et al., 2009; Walpuski, 2006). Einen weiteren Schritt stellt die Verallgemeinerung und Generalisierung der Ergebnisse dar (Capps & Crawford, 2013; Chinn & Malhotra, 2002; Lunetta, 1998; NRC, 2002; 2012; Walpuski, 2006; White & Frederiksen, 1998). Obwohl die Phase der Reflexion nicht in allen Beschreibungen Erwähnung findet, stellt sie wiederum in einigen Studien eine wichtige Komponente dar. Daher stellen das Aufzeigen von Grenzen und Schwächen, die kritische Prüfung der Richtigkeit der Daten sowie der Umgang mit Fehlern und Problemen zur Verbesserung naturwissenschaftlicher Untersuchungen einen essentiellen Teil von *Scientific Inquiry* dar (Abd-El-Khalick et al., 2004; Carey et al., 1989; Chinn & Malhotra, 2002; Driver et al., 1996; Flick & Lederman, 2006; Lunetta, 1998; Melle, Parchmann, & Sumfleth, 2004; NRC, 2002; 2012; Schreiber et al., 2009; White & Frederiksen, 1998). Die Reflexion des *Inquiry*-Prozesses ermöglicht den Schülerinnen und Schülern erstens das neu Gelernte mit dem Vorwissen in Beziehung zu setzen, zweitens das Wissen zu abstrahieren und drittens eine eventuelle Veränderung des *Inquiry*-Prozesses und somit des Lernprozesses vorzunehmen und diesen dadurch zu verbessern (Hmelo-Silver, 2004).

### *Methoden von Scientific Inquiry*

In Verbindung mit dem *Scientific Inquiry*-Prozess, der das wissenschaftliche Denken repräsentiert, sollte die Umsetzung mit bestimmten naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen erfolgen (Abb. 2.8).



**Abbildung 2.8:** Struktur des Kompetenzmodells für die Erkenntnisgewinnung der Fächer Chemie und Biologie (Nehring et al., 2013).

Modelle repräsentieren natürliche oder künstliche Originale (Upmeyer zu Belzen & Krüger, 2010) und weisen stets Grenzen hinsichtlich des Originals auf. Mit Hilfe von Modellen können *Inquiry*-Prozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht umgesetzt werden (Mayer, 2007). Im Chemieunterricht ist vor allem das Experiment als Erkenntnismethode von großer Bedeutung (Duit & Treagust, 1995; Hofstein, 2004; KMK, 2005b). Dabei steht vor allem das (künstliche) Variieren, Isolieren und Kontrollieren von Variablen bzw. Merkmalen im Mittelpunkt der Planung und Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen (Wellnitz & Mayer, 2008). Bei der Beobachtung hingegen werden Objekte nicht verändert, sondern lediglich bewusst, zielgerichtet, kriterien- und theoriegeleitet wahrgenommen (Arnold, Wellnitz, & Mayer, 2010). Das Vergleichen ist ebenso kriteriengeleitet und erfolgt zwischen mindestens zwei Sachverhalten. Dem Vergleich folgt das Ordnen, das das systematische Kategorisieren von Merkmalen oder Eigenschaften umfasst (Wellnitz & Mayer, 2008).

### *Umsetzung von Scientific Inquiry*

Im Hinblick auf die Umsetzung und Organisation des Erkenntnisprozesses wird beispielsweise zwischen traditioneller, direkter Instruktion und offenen Formen von *Scientific Inquiry*

unterschieden (Furtak, 2006). Das ursprünglich von Schwab (1962) und von Herron (1971) erweiterte Prinzip der *level of openness* stellt bis heute ein weitverbreitetes und oft zitiertes Rahmenkonzept zur Charakterisierung des *Inquiry*-Prozesses im naturwissenschaftlichen Unterrichts dar. Während den Schülerinnen und Schülern auf der untersten Ebene des Offenheitsgrades alle Informationen über die *Inquiry*-Phasen zur Verfügung stehen, wird ihnen auf der höchsten Ebene lediglich das Problem bzw. Phänomen vorgegeben (Fay, Grove, Towns, & Bretz, 2007; Herron, 1971).

Je nachdem, ob die *Inquiry*-Phasen von der Lehrkraft vorgegeben oder moderiert werden oder Schülerinnen und Schüler diese selbstständig erarbeiten, kann dem Prozess unterschiedliche Offenheitsgrade zugeordnet werden (Tab. 2.9).

**Tabelle 2.9:** Offenheitsgrade von *Scientific Inquiry*; nach Buck, Bretz und Towns (2008), Capps und Crawford (2013), Fay et al. (2007), Herron (1971) und Schwab (1962); Darstellung nach Hof und Mayer (2008); erweitert.

<b>Grad</b>	<b>Ebene 1</b>	<b>Ebene 1 ½</b>	<b>Ebene 2</b>	<b>Ebene 3</b>	<b>Ebene 4</b>
<b>Phasen</b>	<b>Untersuchung zur Bestätigung</b>	<b>strukturierte Untersuchung</b>	<b>gelenkte Untersuchung</b>	<b>offene Untersuchung</b>	<b>authentische Untersuchung</b>
<b>Fragestellung</b>	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Schüler
<b>Hypothese</b>	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Schüler
<b>Planung</b>	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Schüler	Schüler
<b>Durchführung</b>	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Schüler	Schüler
<b>Auswertung</b>	Lehrer	Lehrer	Schüler	Schüler	Schüler
<b>Schlussfolgerung</b>	Lehrer	Schüler	Schüler	Schüler	Schüler
<b>Reflexion</b>	Lehrer	Schüler	Schüler	Schüler	Schüler

mehr strukturiert

weniger strukturiert

lehrerzentriert

schülerzentriert

Hof und Mayer (2008) differenzieren die lehrerzentrierten bzw. schülerzentrierten Phasen noch detaillierter in *Lehrer/Schüler; Impulsgeber Lehrer* und *Lehrer/Schüler; Impulsgeber Schüler*. Dennoch stellen die in Tabelle 2.9 aufgeführten Offenheitsgrade und die von der Autorin und dem Autor differenzierten Phasen nur einen theoretischen Rahmen dar, da die Offenheitsgrade in jeder Phase des *Inquiry*-Prozesses variiert werden können und daher weit- aus mehr Formen an Offenheit existieren als in der Literatur beschrieben. In der PISA+- Studie wird ebenfalls eine ähnliche Kodierung verwendet, die die Gesprächsfunktion während des Frontalunterrichts untersucht. Dabei können entweder Schülerinnen und Schüler oder die Lehrperson die Initiatoren für Unterrichtsgespräche sein oder eine Instruktion wird in Form eines Lehrervortrags von der Lehrkraft gegeben (Klette, 2009).

Generell wird deutlich gemacht, dass *Scientific Inquiry* sowohl lehrerzentriert als auch schülerzentriert unterrichtet werden kann. Dennoch ist davon auszugehen, dass Schülerinnen und Schüler bessere Fähigkeiten und ein höheres Verständnis in Bezug auf die Erkenntnisgewinnung zeigen, wenn Anteile der Erkenntnisgewinnung auf selbstständigem Wege erfolgen oder Schülerinnen und Schüler eigene Untersuchungen durchführen (Hofstein & Walberg, 1995). Die am stärksten gelenkte und dadurch vermutlich sehr wenig durch aktives Denken charakterisiert, ist die Bestätigungsuntersuchung. Auf dieser Ebene folgen Schülerinnen und Schüler einer bestimmten Abfolge von Schritten und verifizieren ihnen meist bereits bekannte Sachverhalte (Windschitl, 2003). Diese Ebene umfasst häufig ein kochbuchartiges Herangehen und Abarbeiten naturwissenschaftlicher Untersuchungen (Bell, 2006; Lunetta, Hofstein, & Clough, 2007; Seidel et al., 2006b; Windschitl, 2003).

Darüber hinaus lässt sich unterscheiden, ob der *Inquiry*-Prozess implizit oder explizit unterrichtet wird. Dabei ist implizites Lernen die „acquisition of knowledge about the underlying structure of a complex stimulus environment by a process which takes place naturally, simply, and without conscious operations. Explicit learning is a more conscious operation where the individual attends to particular aspects of the stimulus array and volunteers and tests hypotheses in a search for structure“ (Ellis, 1994, S. 3). Voraussetzung für explizites Lernen ist also die Bewusstmachung von unterrichtlichen Inhalten.

Das Bewusstseinskonzept hängt insbesondere eng mit der Idee des expliziten und impliziten Unterrichtens zusammen (Rieder, 2003). So machen auch im Hinblick auf den naturwissenschaftlichen Unterricht viele Studien zur *Nature of Science*-Problematik darauf aufmerksam, dass zu ihrer Vermittlung expliziter Unterricht notwendig ist (z.B. Abd-El-Khalick, 2012; Akerson et al., 2007; Hanuscin et al., 2011; Hart, Mulhall, Berry, Loughran, & Gunstone, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 2007; Schwartz et al., 2004; Solomon, Duveen, & Scot, 1992; Yacoubian & BouJaoude, 2010). Ebenso führt die explizite Erarbeitung und Umsetzung der Phasen von *Scientific Inquiry* neben dem Grad der Offenheit zu besseren Lernleistungen und stellt somit ein wichtiges Qualitätskriterium dar (Anderson, 2002; Bell et al., 2003; Chen & Klahr, 1999; Gess-Newsome, 2002; Minner et al., 2010; Njoo & De Jong, 1993; Sandoval & Reiser, 2004; Widodo & Duit, 2004). Darüber hinaus führt eine explizite Auseinandersetzung mit Aspekten von *Nature of Science* zu einem besseren Verständnis diesbezüglich (Akerson & Hanuscin, 2007; Flick & Lederman, 2006; Smith, Maclin, Houghton, & Hennessey, 2000).

### *Defizite von Lernenden und Lehrenden hinsichtlich Scientific Inquiry*

Trotz großer Bedeutung des *Inquiry*-Ansatzes zeigen sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Lehrkräfte Defizite und Schwierigkeiten in Bezug auf dessen Umsetzung (Tab. 2.10).

**Tabelle 2.10:** Defizite von Schülerinnen und Schüler im Bereich der Phasen von *Scientific Inquiry* nach Schulz (2011, S. 38); erweitert.

Phase	Defizite von Schülerinnen und Schüler	Quelle
Fragestellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mangelnde Fokussierung der Fragestellung bei der Untersuchung</li> <li>- Formulierung von Fragestellungen, die nicht untersucht werden können</li> </ul>	(Krajcik, Blumenfeld, Marx, Bass, Fredricks, & Soloway, 1998; Hofstein et al., 2005)
Hypothese	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl von falschen oder zu vielen Hypothesen</li> <li>- Fehlender Bezug zwischen aufeinanderfolgenden Hypothesen</li> <li>- Wunsch zur Bestätigung von Hypothesen</li> <li>- keine Auswahl einer Hypothese für eine naturwissenschaftliche Untersuchung</li> </ul>	(Hammann et al., 2006; Tschirigi, 1980; Schauble, Klopfer, & Raghavan, 1991; Schroedter & Körner, 2013; Penner & Klahr, 1996; Sodian, Zaitchick, & Carey, 1991; Njoo & DeJong, 1993)
Planung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlender Kontrollansatz</li> <li>- Unsystematischer und unvollständiger Umgang mit Variablen</li> <li>- Schwierigkeiten im Hinblick auf das Planen von Beobachtungen, Vergleichen und Experimenten</li> </ul>	(Hammann et al., 2006; Schauble et al., 1991; Tschirigi, 1980, Wellnitz, 2012)
Durchführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unsystematisches und unlogisches Vorgehen und in-Bezug-Setzen</li> <li>- keine Kontrolle von Störvariablen</li> <li>- Verwendung der <i>hold-one-thing-at-a-time</i>- Strategie (wenig Information)</li> <li>- Verwendung der <i>vary-one-thing-at-a-time</i>-Strategie (nur vorläufige Bestätigung/Widerlegung einzelner Variablen)</li> <li>- Veränderung der Variablen abhängig ob Ergebnis die Hypothese bestätigt bzw. falsifiziert</li> <li>- Veränderung mehrerer Variablen gleichzeitig</li> <li>- Sammlung von zu wenigen oder unzureichenden Daten</li> <li>- Überschätzung von weniger bedeutenden Variablen</li> </ul>	(Hammann et al., 2006; Tschirigi, 1980; Schauble et al., 1991; Schroedter & Körner, 2013; Shute & Glaser, 1990; Kuhn, Schauble, & Garcia-Mila, 1992)
Auswertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unbewiesene Kausalität aufgrund fehlenden Kontrollansatzes</li> <li>- Fehlende Anerkennung abweichender Ergebnisse</li> <li>- Verzerrungen oder Fehlinterpretation, um Hypothese zu bestätigen</li> <li>- Ablehnung von Ergebnissen, die nicht mit Vorannahmen übereinstimmen</li> </ul>	(Hammann et al., 2006; Schauble et al., 1991; Pickering & Monts, 1982; Chinn & Brewer, 1993; Sodian et al., 1991)
Schlussfolgerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziehen unlogischer Schlussfolgerungen</li> <li>- Falsches Interpretieren</li> </ul>	(Hammann et al., 2006; Schauble et al., 1991; Wahser, 2007)
Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwierigkeiten und Probleme im Ablauf einer Untersuchung werden nicht betrachtet</li> <li>- genereller Mangel an Wissen hinsichtlich der Reflexion von Denk- und Lernprozessen</li> <li>- Schwierigkeiten hinsichtlich der Einordnung von Problemlösungen</li> </ul>	(Scherer, 2012; Toth, Suthers, & Lesgold, 2002; White & Frederiksen, 1998)

Es wird ersichtlich, dass die Integration naturwissenschaftlicher Untersuchungen mit gewissen Grenzen und Schwierigkeiten verbunden ist, was eine explizite Vermittlung von *Inquiry*-Aspekten im naturwissenschaftlichen Unterricht notwendig macht (Duggan, Johnson, & Gott,



1996). Ein Grund für die Defizite innerhalb der Umsetzung von *Scientific Inquiry* ist in den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf die Erlangung naturwissenschaftlichen Wissens – also im Bereich *Nature of Scientific Inquiry* – zu finden (Driver et al. 1996; Lederman et al. 2012). Die in Tabelle 2.10 aufgeführten Studien konnten zeigen, dass Schülerinnen und Schüler vor allem Defizite im Formulieren von Hypothesen und der Durchführung von Experimenten haben. Dies kann an einem unzureichenden Verständnis gegenüber den Begriffen und Verfahren *Hypothese* und *Testung/Prüfung der Hypothese* liegen (Sodian et al., 1991). Auch in der Umsetzung der anderen Phasen weisen Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten auf, nur wurden diese Leistungen bislang selten untersucht, da die *Inquiry*-Debatte mit der Formulierung einer Fragestellung als Ausgangspunkt und der immanenten Reflexion des *Inquiry*-Prozesses noch am Anfang steht. So konnte Grube (2010) in einer Studie zur Erfassung von Kompetenzen der einzelnen *Inquiry*-Phasen im Fach Biologie in den Jahrgangsstufen 5 bis 10 feststellen, dass die Leistungen der Lernenden im Bereich der Fragestellungen und Planung niedriger sind als im Bereich der Hypothesen und Deutung. Ein Grund dafür wird in der engeren Verknüpfung der Fragestellung mit dem Wissenschaftsverständnis gesehen. Die Schülerinnen und Schüler benötigen demnach für die Formulierung eine Fragestellung elaboriertes Wissen darüber, wie eine Fragestellung überprüfbar formuliert wird (Grube, 2010).

Scherer (2012) erfasste in einem Quasi-Längsschnitt Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 8, 10 und 12. Er konnte unter anderem feststellen, dass die Reflexions- und Kommunikationsfähigkeit in allen Jahrgangsstufen niedriger ausgeprägt ist als die Bereiche Problem verstehen/charakterisieren, Problem repräsentieren sowie Problem lösen. Es wird argumentiert, dass ein verstärkter Förderbedarf hinsichtlich der Reflexionsfähigkeit besteht (Scherer, 2012). Grund dafür kann das unzureichende Auftreten von Reflexionssituationen im Chemieunterricht sein, wodurch den Schülerinnen und Schülern nicht die Bedeutung von metakognitiven Prozessen innerhalb des Erkenntnisgewinnungsprozesses verdeutlicht wurde und sie nicht gelernt haben, ihre Ergebnisse zu reflektieren.

Einige Studien verdeutlichen darüber hinaus, dass Lernende sowohl die praktische als auch die metakognitive Ebene von *Scientific Inquiry* erfahren, was eine Vermittlung des Wissens über den Prozess der Erkenntnisgewinnung ermöglicht (Carey et al., 1989; Driver et al., 1996; McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx, 2006).

In Tabelle 2.11 sind Aspekte von *Nature of Scientific Inquiry* aufgelistet, die Schülerinnen und Schüler in Verbindung mit der Umsetzung von *Inquiry*-Prozessen vermittelt werden sollten, oft aber nicht in elaborierter Weise auftreten.

**Tabelle 2.11:** Aspekte von *Nature of Scientific Inquiry*

Phase	Aspekte von <i>Nature of Scientific Inquiry</i>	Quellen
Fragestellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragestellungen können unterschiedlich beantwortet werden</li> <li>- Fragestellungen beeinflussen das methodische Verfahren einer naturwissenschaftlichen Untersuchung</li> <li>- Nicht für alle Fragestellungen sind Antworten zu finden</li> <li>- Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler können gleiche Fragestellungen bearbeiten und beantworten</li> </ul>	(Urhahne & Hopf, 2004; NRC, 2000; Neumann, 2011)
Hypothese	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hypothesen sind vorläufige, auf theoretischen Erwartungen bzw. vorliegenden Untersuchungen bauende Annahme über den Ausgang einer naturwissenschaftlichen Untersuchung</li> <li>- Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler stellen vor der Planung einer naturwissenschaftlichen Untersuchung Hypothesen auf</li> <li>- Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler haben meist Vermutungen über den Ausgang einer geplanten naturwissenschaftlichen Untersuchung</li> </ul>	(Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; NRC, 2000)
Planung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das ausgewählte Untersuchungsverfahren kann das Ergebnis beeinflussen</li> <li>- Hypothesen und Vermutungen über den Ausgang von naturwissenschaftlichen Untersuchungen sind grundlegend für die Planung einer Untersuchung</li> </ul>	(Lederman, et al., 2002; Höttecke, 2001)
Durchführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Naturwissenschaftliche Untersuchungen sollten mehrmals durchgeführt werden, um ein sicheres Ergebnis zu erhalten</li> <li>- Bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen werden unter kontrollierten Bedingungen Daten erhoben</li> <li>- Beobachtungen im Zuge naturwissenschaftlicher Untersuchungen sollten sehr genau sein</li> <li>- Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler führen naturwissenschaftliche Untersuchungen meist zielgerichtet durch</li> </ul>	(Schwartz, Lederman, & Lederman, 2008; Urhahne & Hopf, 2004; Neumann, 2011; Höttecke, 2001)
Auswertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Auswertung der Daten befasst sich mit der Aufbereitung der erhobenen Messdaten auf mathematischem, grafischem oder tabellarischem Wege</li> <li>- Es gibt keine „richtigen“ Lösungen</li> <li>- Es benötigt mehrere Messwerte, um Aussagen über ein Ergebnis treffen zu können</li> </ul>	(Schreiber et al., 2009; Kremer, 2010)
Schlussfolgerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messwerte und Ergebnisse können von bereits existierenden und ermittelten Ergebnissen abweichen</li> <li>- Naturwissenschaftliche Untersuchungen ermöglichen Entdeckungen neuer Phänomene</li> <li>- Erhobene Messwerte lassen sich unterschiedlich interpretieren</li> </ul>	(Neumann, 2011; Driver et al., 1996; Höttecke, 2001)
Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nach einer naturwissenschaftlichen Untersuchung müssen mögliche Fehler in die Auswertung miteinbezogen werden</li> <li>- Die Notwendigkeit einer Reflexion nach einer naturwissenschaftlichen Untersuchung ist unabhängig vom Grad der Schwierigkeit, Dauer und Komplexität</li> </ul>	(Carey et al., 1989; Schreiber et al., 2009)

Es ist umstritten, ob *Nature of Scientific Inquiry* ein Teil von *Nature of Science* oder einen davon unabhängigen Bereich darstellt. Zumindest lassen sich, wie bereits erwähnt, Überlappungen zwischen beiden Konzepten finden (Kremer, 2010; Neumann, 2011; Schwartz et al., 2000).

Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler im Bereich *Nature of Scientific Inquiry* reichen von der naiven Sicht, dass naturwissenschaftliche Untersuchungen das ausschließliche Beobachten der Welt bedeuten über den Zweck naturwissenschaftlicher Untersuchungen in Form von Generalisierungen dieser Beobachten hin zu einer elaborierten Sichtweise der Testung von Theorien und Modellen. Letztere weisen Schülerinnen und Schüler unter 16 Jahren selten auf (Driver et al., 1996; Smith, Maclin, Houghton, & Hennessey, 2000).

Weiterhin liegen die Hindernisse, naturwissenschaftliche Untersuchungen umzusetzen, auf der Seite der Lehrerinnen und Lehrer. Mit dem verhältnismäßig neuen Konstrukt *Scientific Inquiry* werden viele unterschiedliche Begriffe, Definitionen sowie Durchführungs- und Umsetzungsmöglichkeiten in Verbindung gebracht, was zu einem verminderten Verständnis von *Inquiry*-Prozessen führen kann (Capps et al., 2012; Lederman et al., 2012). Die Vorstellungen der Lehrkräfte im Bereich naturwissenschaftlicher Untersuchungen stammen meist aus der eigenen Schul- und Studienzeit. Obwohl der *Inquiry*-Prozess keine eigenständige naturwissenschaftliche Methode darstellt, die linear und schrittweise abzuarbeiten ist, sondern ein dynamisches Geflecht aus sich gegenseitig bedingenden Prozeduren darstellt, weisen einige Lehrkräfte naive Vorstellungen diesbezüglich auf (Capps & Crawford, 2013; Schwartz et al., 2004; Windschitl, 2004). Darüber hinaus haben Lehrkräfte einerseits Schwierigkeiten, Fragestellungen und Hypothesen zu formulieren. Andererseits integrieren sie selten im Unterricht die Formulierung von Fragestellungen und Hypothesen, da die Vorstellung vorherrscht, für die Schülerinnen und Schüler wäre dies zu schwer (Ozel & Luft, 2011; Welch, Klopfer, Aikenhead, & Robinson, 1981). Diese Vorstellungen sind durch Interventionen schwer veränderlich (Ozel & Luft, 2011). Auch in Bezug auf die Planung und Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen geben Lehrerinnen und Lehrer an, dass ihre Schülerinnen und Schüler die Fähigkeiten dafür gar nicht besitzen und daher zu einer offenen Form der Erkenntnisgewinnung nicht in der Lage wären (Windschitl, 2003).

### *Scientific Inquiry im naturwissenschaftlichen Unterricht*

Naive Vorstellungen über *Scientific Inquiry*, die Auffassungen über den Schwierigkeitsgrad und die geringe Erfahrung von Lehrkräften führen zu einer verminderten Umsetzung von *Inquiry*-Prozessen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Allerdings ist dies empirisch kaum belegt. Internationale Studien mit dem Ergebnis, Lehrerinnen und Lehrer würden selten *Inquiry*-Prozesse implementieren, legen meist nicht den Fokus auf *Scientific Inquiry* bzw. nutzen kleine Fallzahlen und subjektive Wahrnehmungen, um dieses Ergebnis zu belegen (Capps & Crawford, 2013).

Capps und Crawford (2013) haben aufgrund dieses Mangels eine Studie mit 26 Lehrerinnen und Lehrern durchgeführt, die erstens die Umsetzung von *Inquiry*- und *Nature of Science*-Aspekten im naturwissenschaftlichen Unterricht untersuchte, zweitens die Vorstellungen der Lehrkräfte in Bezug auf *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* erfasste und drittens einen Zusammenhang zwischen Unterrichtspraxis und Vorstellungen herstellte. Hinsichtlich der Umsetzung von *Inquiry*- und *Nature of Science*-Aspekten konnte gezeigt werden, dass viele Lehrkräfte *Inquiry*-Prozesse initiiert haben, aber meist nur einzelne Teilaspekte berücksichtigten. Sechs Lehrerinnen und Lehrer wiesen ganzheitliche Ansätze von *Scientific Inquiry* auf. Eine metakognitive Perspektive in Form von Diskussionen über den Prozess der Erkenntnisgewinnung wurde in keinem Unterricht eingenommen. Nur vier Lehrkräfte thematisierten Aspekte von *Nature of Science*, wobei diese meist auch nur implizit thematisiert wurden. Auf der Ebene der Lehrer- bzw. Schülerorientierung konnte die Studie zeigen, dass die meisten Unterrichtsstunden lehrerzentriert und stark strukturiert waren (Capps & Crawford, 2013). Andere Studien bestätigen dieses Ergebnis hinsichtlich der Lehrerzentriertheit, was ein anhaltendes dominierendes Muster unterrichtlichen Handelns deutlich macht (Dalehefte et al., 2009; Roth & Bowen, 1995; Seidel & Prenzel, 2004; Stigler et al., 1999). Vier Lehrkräfte zeigten Unterricht, der einen großen Anteil an Autonomie auf Seiten der Schülerinnen und Schüler aufwies. Die eher lehrerzentrierten Unterrichtsstunden wurden von den Lehrkräften gelenkt und *Inquiry*-Aspekte von ihnen vorgegeben. Die Stunden waren charakterisiert durch viele *hands-on*- aber seltene *minds-on*-Aktivitäten.

Im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen den Vorstellungen über *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* und der Unterrichtspraxis wurde deutlich, dass die Lehrkräfte mit eher elaborierten Vorstellungen schülerorientierten ganzheitlichen *Inquiry*-Unterricht umsetzten. Lehrerinnen und Lehrer, die aussagten, *Inquiry*-Aspekte in ihrem Unterricht zu berücksichtigen, hatten allerdings Schwierigkeiten ihren Unterricht diesbezüglich zu analysieren und sahen beispielsweise eine große Bedeutung in der Sammlung und Auswertung von Daten und nicht in der Verknüpfung von *Inquiry*-Phasen. Darüber hinaus organisierten sie die Phasen eher lehrerzentriert. Wesentliches Ergebnis dieser Untersuchung ist der Zusammenhang zwischen Vorstellungen über *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* und der Umsetzung dieser im naturwissenschaftlichen Unterricht (Capps & Crawford, 2013). Dies zeigt umso mehr die Notwendigkeit einer Bewusstmachung von Merkmalen der Unterrichtsgestaltung im Hinblick auf Aspekte von *Scientific Inquiry* und *Nature of Science*.

Im deutschsprachigen Raum konnte Reyer (2004) zeigen, dass das Basismodell Problemlösen (Oser & Baeriswyl, 2001; Oser & Patry, 1990;), dessen Handlungskette dem Konzept von *Scientific Inquiry* am besten entspricht, im Physikunterricht ebenfalls eine eher unterrepräsentierte Rolle einnimmt (Reyer, 2004). Auch Tesch (2005) kommt mit Hilfe einer Videoanalyse zu dem Schluss, dass das Experimentieren im Physikunterricht nicht der Testung von Hypothesen, sondern der Darstellung von Phänomenen und Theorien dient. Darüber hinaus liegt der zeitliche Schwerpunkt des Experimentierens auf der Durchführung eines Experiments und der Nachbereitung bzw. Auswertung, weniger auf der Vorbereitung. Wenn offenes Experi-

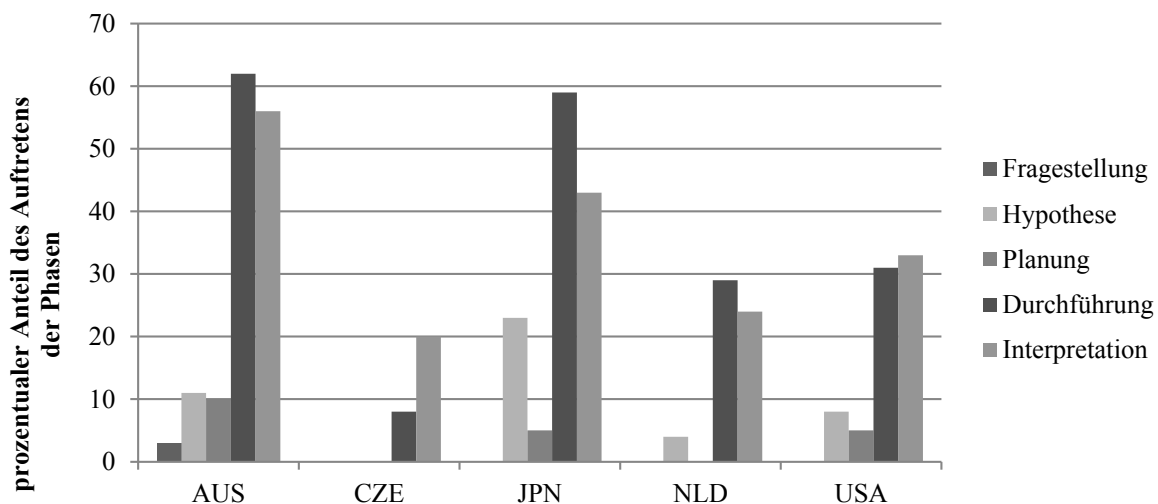
mentieren stattfindet, dann meist in der Phase der Auswertung. Fragestellungen bzw. Hypothesen werden in der besagten Studie nur in einer Unterrichtssituation selbstständig von den Schülerinnen und Schülern erarbeitet (Tesch, 2005). Schulz (2011) untersuchte für den Chemieunterricht experimentierspezifische Qualitätsmerkmale. Die Untersuchung wies einen Videostudien- und einen Interventionsstudienanteil auf. In der Videostudie wurde der Chemieunterricht auf generelle Merkmale experimentellen Arbeitens hin analysiert. Es konnte gezeigt werden, dass wiederum auch im Fach Chemie die Phasen der Fragestellungen und Hypothesen (17 %) kaum eine Rolle spielen. Stattdessen wird zeitlich die Phase der Durchführung fokussiert, in der die Schülerinnen und Schüler meist in Form von Gruppenarbeit die Experimente durchführen. Die Phase der Auswertung nimmt auch eher einen kleinen Anteil ein (20 %). Dennoch besteht ein Zusammenhang zwischen der Umsetzung dieser Phase und dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich des chemischen Wissens. Mit der an der Videostudie anschließenden Interventionsstudie konnte gezeigt werden, dass besonders der Einsatz des hypothesenüberprüfenden Experiments einen Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler bezweckt. Es wird weiterhin vermutet, dass das hypothesenüberprüfende Experiment einen positiven Einfluss auf das Schülerinteresse hat (Schulz, 2011).

In Anlehnung an die TIMS-Videostudie haben Forbes et al. (2014) die Umsetzung von *Scientific Inquiry* mit insgesamt 84 Unterrichtsvideos des naturwissenschaftlichen Unterrichts von Schülerinnen und Schülern der 4. Jahrgangsstufe aus den USA und Deutschland untersucht. Ergebnis war, dass den deutschen Grundschülerinnen und Grundschüler häufiger die Möglichkeit zur Formulierung von evidenzbasierten Erklärungen gegeben wurde, während die US-amerikanischen Schülerinnen und Schüler diese Erklärungen häufiger reflektieren sollten. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Reflexion von naturwissenschaftlichen Erklärungen zeitunabhängig zu sein schien und für die Formulierung der Erklärungen hingegen längere Unterrichtszeit aufgewendet werden musste (Forbes et al., 2014).

Im Projekt *Quality of Instruction in Physics* (Quip) wurden auf der Grundlage eines Dreiländer-Vergleichs (Deutschland, Finnland, Schweiz) verschiedene Einflussgrößen auf der Ebene der Lehrkräfte, des Unterrichts sowie der Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht untersucht (Fischer, Borowski, Kauertz, & Neumann, 2010). Börlin (2012) untersuchte innerhalb dieses Projekts mittels einer Videoanalyse von  $N = 99$  Klassen sowohl die Sichtstruktur als auch die Unterrichtqualität des experimentellen Handelns. Auf der Sichtstrukturebene wurde deutlich, dass Finnland den geringsten zeitlichen Anteil bezüglich des Experimentierens aufweist (Börlin, 2012). Differenziert nach Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung fokussieren die finnischen und schweizerischen Lehrkräfte die Durchführung von Experimenten, während im deutschen Physikunterricht die Verteilung der einzelnen Phasen ausgeglichen ist. Im Vergleich wenden finnische Lehrkräfte signifikant weniger Zeit für die Durchführung und Nachbereitung auf als die Schweiz und Deutschland. In allen Ländern werden Experimente meist in Form von Lehrerdemonstrations- oder Schülerexperimenten durchgeführt – nicht durch mögliche Schülerdemonstrationsexperimente. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler in Bezug auf die Herangehensweise beim Experimen-

tieren instruiert. Im Hinblick auf die Qualität experimentellen Handelns werden zu selten Verknüpfungen zwischen Zielen und Inhalten des Experimentierens hergestellt, auf Fragestellungen und Hypothesen wird selten Bezug genommen, eine Reflexion des Ergebnisses erfolgt demnach nur teilweise, aber dennoch häufiger als die Reflexion des Prozesses. Das Experimentieren trägt darüber hinaus positiv zur Begriffsbildung bei (Börlin, 2012).

Eine Reanalyse der TIMSS-Videodaten von 1999 über naturwissenschaftlichen Unterricht zeigt, dass die untersuchten Länder (Australien, Tschechische Republik, Japan, Niederlande und USA) ebenfalls unterschiedliche Phasenteile des *Inquiry*-Prozesses aufweisen (Abb. 2.9).



**Abbildung 2.9:** Prozentuale Anteile der in Unterrichtsvideos auftretenden *Inquiry*-Phasen; nach Roth et al. (2006).

Die in Abbildung 2.10 verdeutlichten Anteile zeigen, in wie viel Prozent der Unterrichtsstunden die jeweiligen Phasen auftraten. Es zeigt sich, dass in den meisten Unterrichtsstunden Untersuchungen durchgeführt und interpretiert wurden. Die anderen Phasen kommen eher selten vor, mit Ausnahme der Hypothesenbildung in Japan. Die Ergebnisse dieser Studie lassen ebenfalls vermuten, dass kulturspezifische Handlungsmuster im Hinblick auf die Umsetzung von *Scientific Inquiry* existieren.

Im Rahmen der Ergebnisse von PISA 2006 wurde mit Hilfe von Schüler und Schulleitungsfragebögen untersucht, wie der naturwissenschaftliche Unterricht hinsichtlich *Scientific Inquiry* umgesetzt wird. So zeigen folgende Ergebnisse der Befragung, dass die Wahrnehmung der Befragten in Deutschland und Schweden meist recht ähnlich sind (Tab. 2.12), während die naturwissenschaftlichen Leistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler signifikant besser sind als die der schwedischen Schülerinnen und Schüler (Skolverket [Schulwerk], 2007). So führen die Schülerinnen und Schüler in beiden Ländern zu rund einem Viertel des Unterrichts Untersuchungen durch und Formulieren diesbezüglich Fragestellungen. Das Ziehen von Schlussfolgerungen erfolgt zu fast zwei Drittel. In Schweden werden über die Hälfte der Untersuchungen von der Lehrkraft vorgegeben, wobei der Wert in Deutschland etwas niedriger

liegt. Selbstständige Schüleraktivitäten werden zwischen 13 % und 19 % durchgeführt (Kobarg et al., 2011).

**Tabelle 2.12:** *Hands-on* Aktivitäten im naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland und Schweden (Kobarg, et al., 2011, S. 56).

Land	Zeit der Durchführung von Untersuchungen und Experimenten		Formulierung einer Fragestellung		Ziehen von Schlussfolgerungen aus durchgeführten Experiment		Durchführung von Experimenten, die von der Lehrkraft gegeben sind	
	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD
Deutschland	22	.8	25	.8	65	1.1	44	1.1
Schweden	28	1.4	21	.8	61	1.4	53	1.1

Mittels der Schülerbefragung konnten für alle teilnehmenden Länder drei Handlungsmuster zur Erkenntnisgewinnung identifiziert werden. Es wurden ein *vermisches*, ein auf die *Auswertung und Nature of Science* fokussiertes und ein *weniger den Inquiry-Prozess beachtendes* Muster beschrieben. Der naturwissenschaftliche Unterricht in Deutschland und Schweden zeigt zu über 50 % ein eher fokussiertes Muster auf (Kobarg et al., 2011).

Die in Abschnitt 2.2.2 näher beschriebene Studie zur Identifizierung von Handlungsmustern im Chemieunterricht in Deutschland und Schweden (Björkman & Tiemann, 2013) macht auch im Hinblick auf die Umsetzung von Erkenntnisgewinnungsprozessen erste Hinweise auf das Auftreten von Handlungsmustern deutlich. So fokussieren die Lehrkräfte der deutschen Sekundarstufe I stärker auf die Umsetzung der Phase der Auswertung als die schwedischen Lehrkräfte (ebd.).

Die Ergebnisse bisheriger Studien zeigen, dass kulturspezifische Handlungsmuster auf der Sichtstruktur vorliegen. Die Gründe dafür sind auf der Sichtstrukturebene unabhängig von Schülerleistungen der jeweiligen Länder. Hier ist es notwendig, den Unterricht auf der Tiefenstrukturebene zu betrachten (Oser, & Patry, 1990; Seidel & Shavelson, 2007).

Einen Ansatz, die Phasen von *Scientific Inquiry* schulstufenübergreifend am Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I im naturwissenschaftlichen Unterricht zu vergleichen, unternehmen Laux, Möller und Lange (2013). Erste Ergebnisse dieser Studie zeigen einen Unterschied hinsichtlich der Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Schulstufenvergleich. So wird in der Sekundarstufe I seltener erkenntnisorientierter Unterricht umgesetzt als in der Primarstufe und der Hauptschule. Die Primarstufe weist dabei einen signifikant höheren Anteil der Durchführungsphase auf.

### *Desiderata im Hinblick auf die Erforschung von Scientific Inquiry*

Die Erforschung von Handlungsmustern im Bereich *Scientific Inquiry* im naturwissenschaftlichen Unterricht fokussiert in Deutschland meist auf die Untersuchung experimentellen Handelns. Internationale Untersuchungen – insbesondere die der US-amerikanischen – beziehen

sich dabei meist allgemein auf die naturwissenschaftlichen Fächer, also auf *science education*. Oft befassen sich diese Studien auch nicht im Detail oder nur vereinzelt mit der Umsetzung der Phasen von *Scientific Inquiry*. Sie unterscheiden dabei meist die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung erkenntnisgewinnungsorientierten Unterrichts, gehen aber nicht auf detaillierte Aspekte einzelner Erkenntnisphasen ein. Die Umsetzung einzelner Phasen (auch im Hinblick auf den Grad der Offenheit, der expliziten oder impliziten Umsetzung und der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses) wurde im Chemieunterricht (und auch in anderen naturwissenschaftlichen Fächern) selten untersucht.

Jahrgangsübergreifende Untersuchungen beziehen sich meist auf den Übergang von der Primar- zur unteren Sekundarstufe. Inwiefern sich Prozesse von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht von der Sekundarstufe I zur Sekundarstufe II unterscheiden, wurde bisher nicht beleuchtet. Weiterhin wurde der Zusammenhang zwischen *Nature of Science* bzw. *Nature of Scientific Inquiry* und der Unterrichtspraxis meist nur allgemein und nicht spezifisch für den Chemieunterricht untersucht.

Es wird deutlich, dass die Erforschung von *Scientific Inquiry* noch viele Lücken aufweist, von denen einzelne Aspekte im Folgenden geschlossen werden.

### Zusammenfassung:

Naturwissenschaftliche Grundbildung beinhaltet Kenntnisse sowohl im Bereich *Nature of Science* als auch im Bereich *Scientific Inquiry*. Ein Teil von *Nature of Science* ist *Nature of Scientific Inquiry*. In beiden Bereichen haben sowohl Lehrerinnen und Lehrer als auch Schülerinnen und Schüler naive Vorstellungen. Eine Möglichkeit der Veränderung von naiven Vorstellungen ist die explizite Auseinandersetzung mit diesen Konzepten *Scientific Inquiry* und *Nature of Science* im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dies beinhaltet meist sowohl eine explizite Thematisierung der Phasen als auch eine metakognitive Betrachtung in Form reflexiver Konfrontation mit allen Aspekten von *Scientific Inquiry*.

Der Prozess von *Scientific Inquiry* umfasst im Wesentlichen die Formulierung von Fragestellungen und Hypothesen, die Planung und Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen sowie die Auswertung, Interpretation und Reflexion des Prozesses. Auch diesbezüglich weisen Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten auf, wobei auch in Bezug auf die Umsetzung einzelne Phasen häufig (Untersuchung und Auswertung) und einige eher selten (Fragestellung, Hypothese, Reflexion) umgesetzt werden.

Die Erforschung in Bezug auf die Umsetzung von *Scientific Inquiry* bezieht sich meist auf bestimmte Fächer und erfolgt selten in Form von Länder- und Schulstufenvergleichen.



### 3 Fachwissenschaftliche Einordnung: *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht

Um eine Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht verdeutlichen zu können, werden im Folgenden anhand des Themas *Chemische Reaktionen in Verbrennungsmotoren* die möglichen *Inquiry*-Prozesse im Chemieunterricht auf fachlicher und didaktischer Ebene skizziert. Dazu wird der Themenbereich aus chemischer Sicht dargestellt und anschließend ein Vorschlag zur Umsetzung im Chemieunterricht gegeben.

#### 3.1 Chemische Reaktionen in Verbrennungsmotoren

Das Thema *chemische Reaktionen in Verbrennungsmotoren* bedarf einer Erläuterung auf verschiedenen Ebenen. So ist die Thematisierung von Brennstoffen und deren chemische Reaktion im Verbrennungsraum wichtig. Weiterhin wird geklärt, was man unter einem optimalen Mischungsverhältnis des Benzin-Luft-Gemisches versteht. Darüber hinaus werden thermodynamische Aspekte zu den in Verbrennungsmotoren ablaufenden Zustandsänderungen betrachtet. Zusätzlich wird der Ottomotor als Beispiel eines Verbrennungsmotors näher erläutert. Aufgrund der Fülle an Inhalten, die dem Thema *chemische Reaktionen in Verbrennungsmotoren* zugeordnet werden kann, können die einzelnen Bereiche nur angerissen werden.

##### 3.1.1 Brennstoffe

Die flüssigen Bestandteile des Brennstoffs für Verbrennungsmotoren wie Diesel- und Ottomotoren sind meist Destillations- bzw. Raffinationsprodukte des Erdöls (Joos, 2006). Sie bestehen aus Gemischen von mehreren hundert Kohlenwasserstoffen aus unterschiedlichen Gruppen ( $C_xH_y[O_z]$ ). Die Gemische weisen unterschiedliche Eigenschaften auf, abhängig davon, wie die Komponenten zusammengesetzt sind. Man unterscheidet zwischen Benzin- und Diesel sowie alternativen Brennstoffen. Die am häufigsten in motorischen Brennstoffen befindliche Kohlenwasserstoffgruppe ist die Gruppe der Alkane (sowohl geradlinig als auch verzweigt). Auch Alkene (enthalten mindestens eine Doppelbindung) und Alkine (enthalten mindestens eine Dreifachbindung). Mit steigender Kettenlänge steigen die Siedetemperatur und der Grad der Viskosität (Rakowski, 2009). Die Alkane können auch in Form von Cycloalkanen vorliegen. Dabei unterscheiden sie sich von aromatischen Kohlenwasserstoffen, indem die Verknüpfung der einzelnen Kohlenstoffatome nur mit Einfachbindungen erfolgt (Wollrab, 2014). Aromatische Kohlenwasserstoffe verfügen über eine durch  $\sigma$ - und  $\pi$ -Bindungen miteinander verbundene planare Ringstruktur (Brown, LeMay & Bursten, 2007). Weiterhin sind Aromaten charakterisiert durch eine im Zentrum liegende delokalisierte Elektronenwolke. Sie sind neben den Alkanen die häufigste Kohlenstoffgruppe, die in motorischen Brennstoffen vorkommt. In Ottomotorkraftstoffen kommen sie sogar am häufigsten vor. Eine

für die im Verbrennungsraum von Motoren wichtige Komponente der Verbrennungsbrennstoffe stellen sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe dar. Diese sind Alkanole, Ketone, Ester, Aldehyde sowie Carbonsäuren und deren Ester (Rakowski, 2009).

Ein für die motorische Verbrennung bedeutendes Molekül stellt das Isooctan (2,2,4-Trimethylpentan) dar. Die Fremdzündung des Benzin-Luft-Gemisches im Ottomotor wird durch die Anwesenheit dieses Moleküls ermöglicht, wobei der Anteil des Isooctans das Klopfverhalten des Brennstoffs kennzeichnet (Joos, 2006). Es wird versucht, das so genannte *Klopfen* bei der Verbrennung von Kraftstoffen in Ottomotoren möglichst zu verhindern. Dabei handelt es sich um eine unkontrollierte Selbstzündung des Luft-Benzin-Gemisches, die nach der Fremdzündung erfolgt. Das Klopfen geht einher mit sich schnell ausbreitenden Druckwellen (Baehr & Kébalac, 2006). Die Folge ist eine Reflektion der Druckwellen an den Brennraumwänden, was zu starken Druckschwingungen führen und wiederum Schädigungen am Triebwerk, Kolben und Zylinder verursachen kann (Baehr & Kébalac, 2006; Spicher, Heidenreich, Xander, 2013). Das Maß der Klopfestigkeit wird durch die so genannte Oktanzahl definiert. Diese dient der Quantifizierung des Volumenanteils des Isooctans in einem n-Heptangemisch. Das in Benzin enthaltene n-Heptan ( $C_7H_{16}$ ) entspricht der Oktanzahl  $OZ = 0$ , während Isooctan der Oktanzahl  $OZ = 100$  entspricht. Es gibt verschiedene Testverfahren (z.B. Research-Oktanzahl, ROZ; Motor-Oktanzahl, MOZ), die den Oktananteil in Kraftstoffen prüfen. Der Kraftstoff wird durch Prüfung mit einer bestimmten Oktanzahl gekennzeichnet (Joos, 2006). Je höher die Oktanzahl ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Klopfen auftritt (Rakowski, 2006).

Der Brennstoff des Ottomotors muss eine möglichst hohe Volatilität aufweisen, damit sich Luft und Kraftstoff ausreichend mischen können. Gleichzeitig muss die Sicherheit gegeben sein, dass keine vorzeitige Entflammung des Brennstoffes erfolgt. Folglich sind in Brennstoffen für Ottomotoren Kohlenstoffverbindungen mit niedrigen Kettenlängen (Rakowski, 2006) enthalten. Dieseldieselkraftstoffe müssen aufgrund der Selbstzündung andere Eigenschaften aufweisen. So spielt dabei die Zündwilligkeit, die durch die so genannte Cetanzahl charakterisiert wird, eine wichtige Rolle (Joos, 2006). Die Cetanzahl verhält sich reziprok zur Oktanzahl, wodurch die Fähigkeit zur Selbstzündung mit steigender Kettenlänge der Kohlenstoffverbindungen ebenfalls steigt (Rakowski, 2006).

### 3.1.2 Bildung des Luft-Benzin-Gemisches

Für die ottomotorische Verbrennung gilt, dass eine Verdampfung der Brennstofftröpfchen vor der Vermischung mit dem Luftsauerstoff erfolgen muss. So bedarf es einer Verdampfungsenthalpie  $H_v$ , um eine Überführung von der flüssigen zur gasförmigen Phase zu ermöglichen. Beim umgekehrten Fall – der Kondensation – wird diese Energie oder Wärme wieder frei (Joos, 2006).

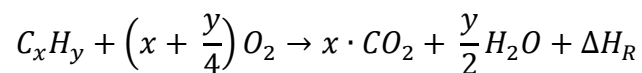
Hinsichtlich der Gemischbildung im Zuge einer ottomotorischen Verbrennung unterscheidet man zwischen der Mischung außerhalb des Brennraums (Saugrohreinspritzung) und innerhalb

des Brennraums (homogene Direkteinspritzung). Zum Zündzeitpunkt ist das Gemisch im Brennraum gasförmig. Es wird durch einen Zündfunken fremdgezündet (Witt, 2009).

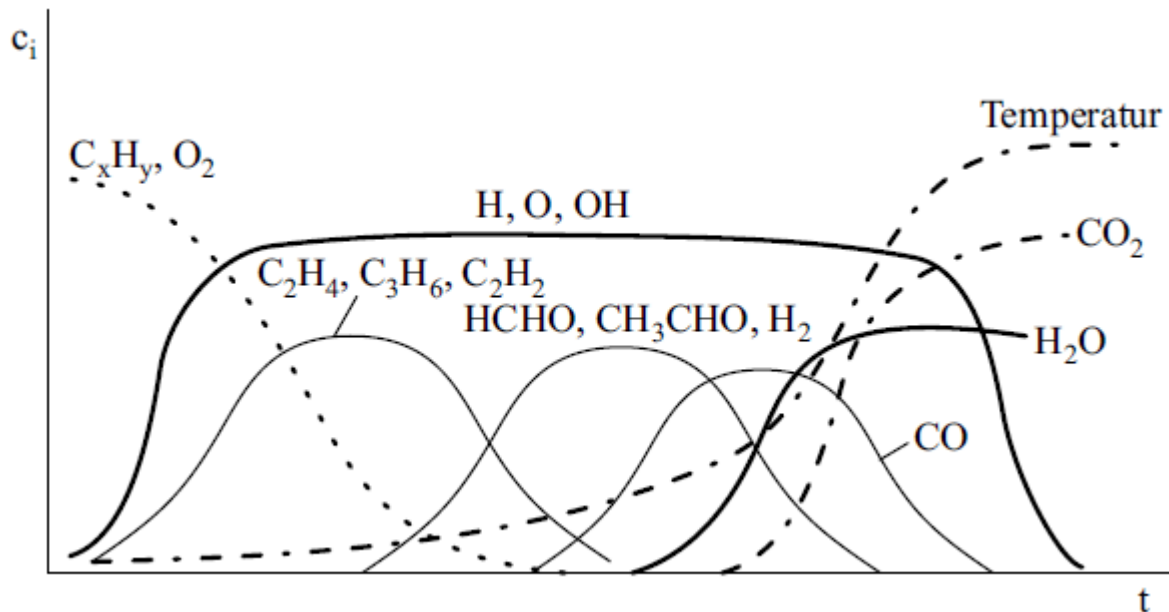
Ein für jeden Motor essentiellen Aspekt ist das richtige Mischungsverhältnis von Kraftstoff und Luft für eine optimale Verbrennung. Dazu bedarf es einer Betrachtung der so genannten Luftzahl oder Lambda-Wert  $\lambda$ . Dieser zeigt das Verhältnis zwischen der tatsächlich benötigten Luftmenge und dem theoretischen Luftbedarfs an und sollte möglichst den Wert  $\lambda = 1$  einnehmen. Um den Luftbedarf zu bestimmen, muss zusätzlich das Massenverhältnis zwischen der Brennstoffmasse und der stöchiometrischen Luftmasse berechnet werden. Dabei bedeutet ein Wert von  $\lambda = 1$ , dass eine vollständige Verbrennung stattfindet. Ergibt der Wert  $\lambda < 1$ , so spricht man von einem fetten Gemisch, in dem mehr Benzin vorhanden ist. Beträgt der Wert  $\lambda > 1$ , spricht man von einem mageren Gemisch mit einem Überschuss an Luft (Berger, Gruber, Kiesgen, 2012). Beim Ottomotor beträgt das stöchiometrisch optimale Verhältnis zwischen Benzin und Luft 1:14,7. Bei diesem Verhältnis ist der Lambda-Wert des Ottomotors  $\lambda = 1$ , wobei für eine optimale Verbrennung von einem Kilogramm Benzin 14,7 kg Luft benötigt wird (Bammel, 2005).

### 3.1.3 Verbrennung von Kohlenwasserstoffen

Bei vollständiger Verbrennung eines Luft-Benzins-Gemisches erfolgt eine Umsetzung von Kohlenstoffverbindungen  $C_xH_y$  in Kohlenstoffdioxid  $CO_2$  und Wasserdampf  $H_2O$ , wobei  $\Delta H_R$  die Reaktionsenthalpie – die freigesetzte Wärme – darstellt (Eckert & Stiesch, 2009):



Die dargestellte Bruttogleichung macht nicht deutlich, dass es sich bei der eigentlichen Verbrennung um zahlreiche – der Anzahl unterschiedlicher Kohlenstoffverbindungen entsprechend – komplexe Einzelreaktionen handelt (Abb. 3.1).

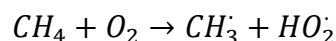


**Abbildung 3.1:** Zeitlicher Konzentrationsverlauf bei der Kohlenwasserstoffverbrennung (Eckert & Stiesch, 2009, S. 175).

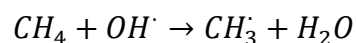
Bei der Explosion, die in Folge der Zündung von Luft-Benzin-Gemischen erfolgt, handelt es sich um eine Kettenexplosion bzw. Radikalkettenreaktion (Spicher et al., 2013). Während bei der so genannten thermischen Explosion ein direkter Temperaturanstieg zu verzeichnen ist, weisen Kettenreaktionen eine Zündverzugszeit mit konstanter Temperatur auf, in der erste Radikale gebildet werden. Eine Wärmefreisetzung für eine Temperaturerhöhung und eine anschließende Explosion findet erst dann statt, wenn eine ausreichende Menge an Radikalen im System vorliegen (Eckert & Stiesch, 2009).

Im Falle einer radikalischen Substitution kann unterschieden werden zwischen der Startreaktion (die Verbindung wird in Radikale aufgespalten), der Kettenfortpflanzung (das entstandene Radikal reagiert mit einem Reaktionspartner, wodurch neue Radikale entstehen und sich auch verzweigen können) und dem Kettenabbruch (zwei Radikale reagieren miteinander durch Rekombination oder Disproportionierung) (Wollrab, 2014). Eckert und Stiesch (2009, S. 177) beschreiben die radikalische Substitution anhand der Reaktion zwischen Methan und Sauerstoff:

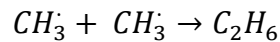
Startreaktion bilden Radikale aus stabilen Spezies, wie z.B. in der Reaktion zwischen Methan und molekularem Sauerstoff:



Fortpflanzungsreaktionen erhalten die Anzahl radikaler Spezies:



In Abbruchreaktionen wird die Anzahl radikaler Spezies verringert, z.B. bei der Rekombination von Methylradikalen:



Kettenabbrüche können auch durch Kollision von Radikalen mit den Brennraumwänden erfolgen, ein Mechanismus der insbesondere bei niedrigen Drücken von Bedeutung ist.

### 3.1.4 Verbrennungsmotoren und Thermodynamik

Die Grundlage der physikalischen Vorgänge im Brennraum von Verbrennungsmotoren bildet die Thermodynamik. Diese befasst sich mit der Umwandlung von Energie (Stierstadt, 2010). Dabei werden Systeme und deren Umgebung betrachtet. Durch Grenzflächen werden beide voneinander getrennt. Bei einem offenen System kann ein Stoffaustausch zwischen System und Umgebung stattfinden – bei einem geschlossenen nicht. Im Falle beider Systeme kann dieses aber mit der Umgebung Energie austauschen. Abgeschlossene Systeme hingegen treten mit der Umgebung in keiner Weise in Kontakt (Atkins, 2001).

Innerhalb eines Verbrennungsmotors findet eine Energieumwandlung von chemischer in mechanische und Wärmeenergie statt. Zur Frage der Energieerhaltung betrachtet man zunächst den ersten Hauptsatz. Die Gesamtenergie eines Systems ist die innere Energie  $U$ , wobei  $\Delta U$  die Änderung der inneren Energie darstellt.

Unabhängig vom Herstellungsverfahren, besitzt eine Probe eines chemischen Stoffs immer dieselbe innere Energie bei gegebener Temperatur. Die innere Energie stellt eine extensive Eigenschaft dar, die sich proportional zur Größe des Systems verhält. Eine intensive Eigenschaft ist hingegen die molare Innere Energie  $U/n$ . Sowohl die innere Energie als auch die Wärme und die verrichtete Arbeit werden in Joule angegeben ( $1 \text{ Joule} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$ ).

Experimentelle Beobachtungen haben gezeigt, dass die Änderung der inneren Energie dadurch erfolgen kann, indem Arbeit ( $w$ ) verrichtet oder Wärme ( $q$ ) übertragen wird. So kann festgehalten werden (Atkins, 2001; Stierstadt, 2010):

$$\Delta U = q + w \quad \text{bzw.} \quad \Delta U = \Delta q + \Delta w$$

Diese Gleichung beschreibt, dass die Übertragung der Energie in einem geschlossenen System durch Wärme oder Arbeit gleich der Änderung der inneren Energie ist. In Worten beschreibt der erste Hauptsatz der Thermodynamik Folgendes: „Die Innere Energie eines abgeschlossenen Systems ist konstant“ (Atkins, 2001, S. 57) oder „Energie kann weder geschaffen noch zerstört werden. (...) Die Energie bleibt erhalten“ (Brown et al., 2007, S. 202).

In differenzieller Form wird der erste Hauptsatz der Thermodynamik folgendermaßen formuliert (Atkins, 2001; Stierstadt, 2010):

$$\delta U = \delta q + \delta w$$

Infolge unterschiedlicher Arten von Arbeit kann auch Folgendes geschrieben werden (Stierstadt, 2010):

$$\delta U = \delta q + \sum_i \delta w_i$$

In Verbrennungsmotoren steht das Prinzip der Umwandlung der im Kraftstoff gespeicherten chemischen Energie in mechanische Energie im Vordergrund (Meinig, 2013). Dabei kommt es im Arbeitsprozess von meist vier Schritten (Viertaktverfahren) zu Zustandsveränderungen von Gasen.

Zum Verständnis der Zustandsänderungen geht man von idealen Gasen aus. Die (thermische) Zustandsgleichung eines idealen Gases lautet (Atkins, 2001):

$$pV = nRT$$

p = Druck

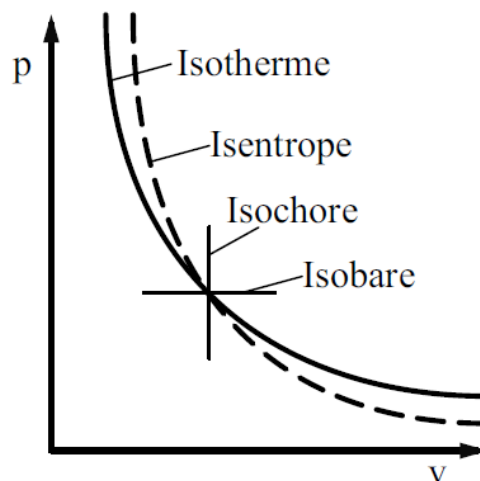
V = Volumen

n = Stoffmenge

R = Gaskonstante

T = Temperatur

Nun unterscheidet man unterschiedliche Zustandsänderungen, die in einem pV-Diagramm dargestellt werden können (Abb. 3.2).



**Abbildung 3.2:** Verlauf der einfachen Zustandsänderung im pV-Diagramm (Merker, 2009).

Wie Abbildung 3.2 zeigt, unterscheidet man zwischen isothermen, isobaren, isochoren und isentropen (wenn Prozesse quasistatisch ablaufen) bzw. adiabatischen Zustandsänderungen (Stierstadt, 2010).

Ausgehend von der isothermen Zustandsänderung konnte beobachtet werden, dass eine umgekehrte Proportionalität zwischen dem Druck einer Gasmenge und Volumen bei konstanter Temperatur ( $T_1 = T_2$ ) besteht (Atkins, 2001; Brown et al., 2007; Stierstadt, 2010). So ist  $pV$  bei gegebener Temperatur konstant. Dabei ist das Produkt des Anfangsdrucks und -volumens gleich dem Druck und Volumen nach der Zustandsänderung.

Die Gleichungen stammen aus den Arbeiten von Robert Boyle und Edmé Mariotte (Stierstadt, 2012), wodurch sie auch unter der Boyle-Mariotte-Gleichung oder dem Boyle'schen Gesetz bekannt sind (Brown et al., 2007).

Im Fall der isobaren Zustandsänderung wird der Druck als konstant betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass sich bei steigender Temperatur das Volumen vergrößert. Gay-Lussac und Charles konnten das Gesetz aufstellen, dass das Verhältnis aus Volumen und Temperatur konstant ist (Atkins, 2001; Eichler, 2011). Daraus ergibt sich folgender Zusammenhang (Atkins, 2001; Stierstadt, 2010):

$$V_1 \cdot T_2 = V_2 \cdot T_1$$

oder

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Wird dieser Zusammenhang auf die Arbeit in einem (geschlossenen) System bezogen, so wird im Zuge der Volumenänderung von Volumenarbeit gesprochen. Wenn davon ausgegangen wird, dass zu jedem Zeitpunkt der Volumenänderung der Druck konstant bleibt, ergibt sich aus dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik folgende Gleichung (Atkins, 2001):

$$\delta w = -p\delta V$$

Bei isochoren Zustandsänderungen wird das Volumen konstant gehalten. Daraus ergibt sich folgender Zusammenhang (Stierstadt, 2010):

$$p_1 \cdot T_2 = p_2 \cdot T_1$$

oder

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Bezieht man nun den ersten Hauptsatz der Thermodynamik ein, wird bei isochoren Zustandsänderungen, bei denen das Volumen konstant bleibt, keine Arbeit verrichtet. Dies zeigt, dass in diesem Fall die innere Energie durch alleine die Wärmezufuhr erhöht wird.

Für die adiabatische Zustandsänderung gilt, dass kein Wärmeaustausch zwischen einem System und dessen Umgebung stattfinden kann. Somit ist die Anfangs- und Endwärme des Systems gleich (Joos, 2006):

$$\delta q = 0$$

Bei Hinzunahme des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik folgt daraus, dass die Arbeitsleistung und die innere Energie des Systems gleich sind (Atkins, 2001):

$$\delta U = \delta w = -p\delta V$$

Generell wächst die innere Energie mit steigender Temperatur. Hält man nun das Volumen bzw. den Druck eines Systems konstant, ergibt sich eine Abhängigkeit zwischen innerer Energie und Temperatur. Bei graphischer Darstellung erhält man eine Kurve, deren Steigung in jedem Punkt Wärmekapazität des Systems bei konstantem Volumen entspricht. Daraus ergibt sich (Atkins, 2001):

$$C_V = \left(\frac{\delta U}{\delta T}\right)_V \text{ bzw. } C_p = \left(\frac{\delta U}{\delta T}\right)_p$$

Hinsichtlich der adiabatischen Volumenarbeit kann mit Hilfe der oberen Gleichungen folgender Schluss gezogen werden:

$$w = \int_{T_A}^{T_E} C_V \delta T = C_V \Delta T \quad \text{bzw.} \quad w = \int_{T_A}^{T_E} C_p \delta T = C_p \Delta T$$

Die Gleichung sagt aus, dass die Arbeit im Zuge „der adiabatischen Volumenänderung eines idealen Gases proportional zur Temperaturdifferenz zwischen Anfangs- und Endzustand“ (Atkins, 2001, S. 105) ist.

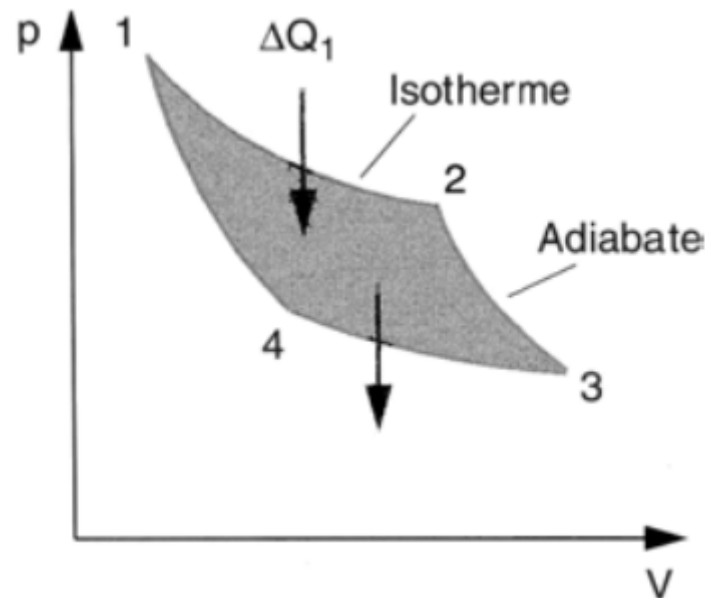
Mit der Hinzunahme des Adiabatenexponenten  $\kappa = \frac{C_p}{C_V}$  kann das Poisson'sche Gesetz hergeleitet werden (Atkins, 2001):

$$pV^\kappa = \text{konstant}$$

Prinzipiell erfolgt bei einer adiabatischen Zustandsänderung keine Wärmezufuhr oder -abfuhr. Das ideale Gas muss expandieren und die Temperatur sinkt aufgrund der Proportionalität zur inneren Energie.

Im Carnot-Prozess – einem modellhaften reversiblen Kreisprozess für eine Wärmekraftmaschine – werden zwei isotherme und zwei isentrope Zustandsänderungen dargestellt. Dieser Prozess ist die Grundlage für den hier im Mittelpunkt stehenden Otto-Prozess. Mit Hilfe des pV-Diagramms lässt sich der Carnot-Prozess verdeutlichen (Abb. 3.3):





**Abbildung 3.3:** Der Carnot-Prozess in Form eines pV-Diagramms (Könnecke, Torabi & Bednarczyk, 2000, S. 6).

Es wird der idealisierte Carnot-Kreisprozess abgebildet, der technisch nicht realisierbar ist, aber für die Berechnung des mechanischen Wirkungsgrades von Verbrennungsmotoren notwendig ist. Die dargestellte Fläche verdeutlicht die mechanisch geleistete Arbeit.

Das ideale Gas weist in Punkt 1 einen hohen Druck, ein kleines Volumen und die Temperatur  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ ) auf. Es wird thermische Energie von außen hinzugefügt, wodurch das Gas mechanische Arbeit verrichtet und der Kolben herausgedrückt wird. Es findet eine isotherme Expansion statt. Der Druck sinkt.

In Punkt 2 bewegt das Gas den Kolben noch weiter heraus, da es selbst genügend thermische Energie besitzt. Hier erfolgt eine adiabatische Expansion, wobei kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet. Sowohl der Druck also auch die Temperatur sinken von  $T_2$  auf  $T_1$ . In Punkt 3 wird das Gas im Kolben wieder komprimiert, da sich dieser wieder in den Zylinder bewegt. Hier erfolgt eine Umwandlung von mechanischer in thermische Energie in Form einer isothermen Kompression. Durch Abgabe von Wärme wird dem System die thermische Energie entzogen, wobei der Druck steigt und das Volumen verkleinert wird.

In Punkt 4, dem Schritt der adiabatischen Kompression, wird theoretisch das Gas in Form mechanischer Energie gespeichert. Folglich steigt der Druck und die Temperatur, wodurch der Kreisprozess erneut beginnen kann (Könnecke et al., 2000).

Wie beschrieben, dient der Carnot-Prozess zur Berechnung des Wirkungsgrades von Maschinen; dieser ist direkt an den Kraftstoffverbrauch gekoppelt. Daher ist es notwendig, einen möglichst hohen Wirkungsgrad der Motoren zu erzielen und diesen auch immer mehr zu verbessern (Spicher, 2013; Spicher et al., 2013).

Der Carnot-Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen geleisteter Arbeit und aufgenommener Wärme (Atkins, 2001). Daraus kann definiert werden: „je größer die geleistete

Arbeit bei gegebener Wärmezufuhr ist, um so (!) größer ist der Wirkungsgrad der Maschine“ (Atkins, 2001, S. 123). Der Wirkungsgrad nach Carnot lautet daher (Atkins, 2001):

$$\eta = 1 - \frac{T_{kalt}}{T_{warm}}$$

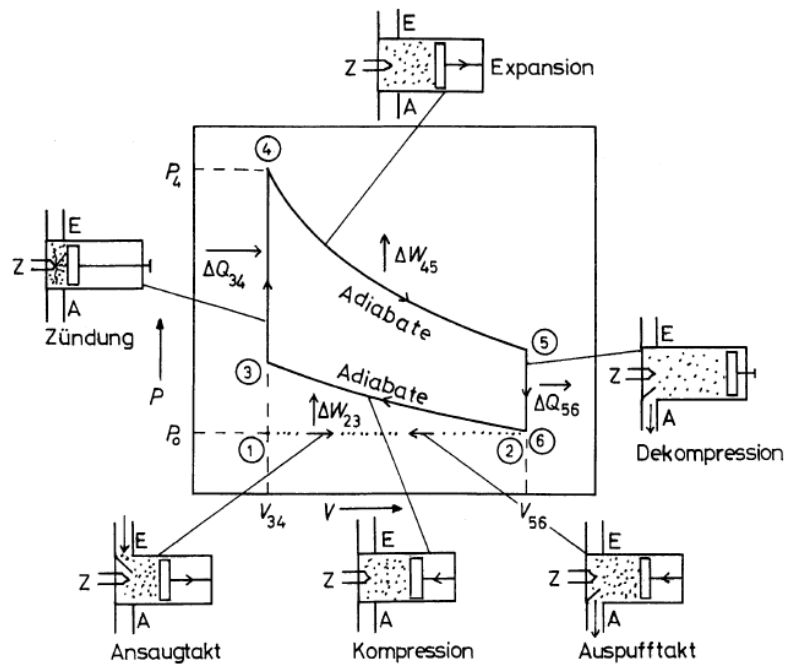
Theoretisch gesehen besitzen demnach alle Maschinen, die reversibel arbeiten, den gleichen Wirkungsgrad (Atkins, 2001), wobei für den Wirkungsgrad von Ottomotoren auch isochore Zustandsänderungen eine Rolle spielen und daher gilt auch:

$$\eta = 1 - \frac{V_{kalt}}{V_{warm}}$$

Der Wirkungsgrad realer Motorprozesse setzt sich einerseits aus dem inneren Wirkungsgrad des Idealprozesses und andererseits aus verschiedenen Verlustfaktoren – Verluste durch die nicht vollständige Verbrennung, durch Undichtigkeiten, Wärmeverluste, Ladungswechselverluste und Reibungsverluste – zusammen (Spicher et al., 2013). Durch die Verbesserung dieser Faktoren kann der Wirkungsgrad eines realen Motors erhöht werden.

### 3.1.5 Der Ottomotor als Beispiel eines Verbrennungsmotors

Diese thermodynamischen Grundlagen ermöglichen das Verstehen der Prozesse in einem Verbrennungsmotor. Während allerdings in der Thermodynamik ein ideales Gas in einem geschlossenen System betrachtet wird, findet im Ottomotor eine chemische Reaktion statt, wobei Gase ausgetauscht werden. Der so genannte Otto-Prozess beschreibt die Funktionsweise des Motors, anhand dessen die einzelnen Schritte erklärt werden können (Abb. 3.4).



**Abbildung 3.4:** Kreisprozess des Ottomotors (E = Einlassventil, A = Auslassventil, Z = Zündkerze, außen herum sind die Kolben- und Ventilstellungen der einzelnen Phasen des Arbeitsdiagramms skizziert. Isobare Wege sind punktiert dargestellt, weil auf ihnen die Stoffmenge im Zylinder nicht konstant ist); Stierstadt, 2010, S. 242.

In Abbildung 3.4 wird zunächst der Weg von 1 nach 2 beschrieben, wobei ein Benzin-Luft-Gemisch isotherm und isobar mit einer bestimmten Umgebungstemperatur ( $T_0 = T_2$ ) und bei geringem Druck  $P_0$  bis zum Maximalvolumen  $V_{56}$  durch ein Einlassventil angesaugt wird. Die Ventile schließen sich anschließend und bleiben bis zum Punkt 5 geschlossen. Bei dem nächsten Schritt von 2 nach 3, der adiabatisch abläuft, erfolgt eine Kompression des Benzin-Luft-Gemisches auf das Volumen  $V_{34}$ . Dabei steigt die Temperatur  $T_2$  auf  $T_3$ . Thermodynamisch erfährt das Gas Energie durch die Kompressionsarbeit  $\Delta W_{23}$ .

Punkt 3 charakterisiert die Zündung des Benzin-Luft-Gemisches, wobei der Druck explosionsartig steigt ( $P_1$  nach  $P_2$ ), sich die Temperatur erhöht und das Volumen aber konstant bleibt. Hier findet ein isochorer Prozess statt, bei dem durch die Oxidation der Kohlenwasserstoffe das Gas an Wärme  $\Delta Q_{34}$  gewinnt. Punkt 4 beschreibt die Ausdehnung des Gases, wodurch der Kolben adiabatisch von Punkt 4 nach 5 von  $V_{34}$  nach  $V_{56}$  bewegt wird. Dabei leistet der Kolben die Arbeit  $\Delta W_{45}$ , die das Gas zuvor durch die Kompression und Wärmezufuhr gewonnen hat. Von Punkt 5 nach 6 wird das Auslassventil geöffnet, wodurch Druck und Temperatur auf die Umgebungswerte sinken. Die innere Energie des Gases wird dabei als Wärme  $\Delta Q_{56}$  nach außen abgegeben. Die Verbrennungsprodukte entweichen isobar durch das geöffnete Auslassventil in den Auspuff (Stierstadt, 2010).

## 3.2 Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht

### 3.2.1 Einordnung des Themas in den Berliner Rahmenlehrplan

Die Thematisierung von *chemischen Reaktionen in Verbrennungsmotoren* eignet sich im Pflichtbereich P3 9/10 mit dem Titel *Kohlenwasserstoffe - Brennstoffe und Rohstoffe* für Schülerinnen und Schüler der 9. bzw. 10. Jahrgangsstufe. Auf der Ebene der Standards findet sich unter dem mittleren Standard die Formulierung „Schülerinnen und Schüler beschreiben die Umwandlung von chemischer Energie in thermische (...) unter dem Aspekt der technischen Anwendung chemischer Reaktionen“ (Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin, 2006, S. 34). Innerhalb dieses Bereichs kann eine Einordnung erfolgen. Zur Eingrenzung und damit zur sinnvollen Beschreibung einer möglichen Umsetzung einer Doppelstunde im Fach Chemie mit dem Fokus auf *Scientific Inquiry* wird das Thema *Explosionsbereich eines Benzin-Luft-Gemisches* gewählt. In dieser Stunde steht der Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung im Vordergrund. Innerhalb dieses Kompetenzbereiches wird Folgendes gefordert (Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin, 2006, S. 18):

Schülerinnen und Schüler...

- (...) entwickeln Fragestellungen, die durch chemische Kenntnisse und Untersuchungsmethoden zu beantworten sind,
- stellen Vermutungen und Hypothesen auf,
- führen einfache quantitative Untersuchungen durch,
- finden in erhobenen (...) Daten Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen,
- nutzen geeignete Modelle um chemische Fragestellungen zu beantworten.

Im Folgenden wird versucht, durch die Umsetzung von *Scientific Inquiry* zu zeigen, wie diese Kompetenzen gefördert werden können.

### 3.2.2 Mögliche unterrichtliche Umsetzung

Mit Hilfe des Themas *Explosionsbereich eines Benzin-Luft-Gemisches* soll ein Unterrichtsbeispiel zur Umsetzung des *Scientific Inquiry*-Prozesses aufgezeigt werden. Der Unterrichtsverlauf ist in Tabelle 3.1 ersichtlich.

**Tabelle 3.1:** Unterrichtsverlauf zum Thema *Explosionsbereich eines Benzin-Luft-Gemisches*.

<b><i>Inquiry</i>-Phase</b>	<b>Lehreraktivität</b>	<b>Schüleraktivität</b>	<b>Didaktische Funktion</b>	<b>Mögliche Produkte der Phase</b>	<b>Zeit</b>
<b>Phase der Durchführung</b>	Austeilen eines Arbeitsblattes: Versuch zum Thema <i>Explosionsbereich eines Benzin-Luft-Gemisches</i> , Instruktion zur Aneignung der Versuchsplanung und zur Hypothesenbildung	Selbstständige Bearbeitung des Arbeitsblattes, Besprechung des Versuchs mit benachbarten Schülerinnen und Schülern, gemeinsame Formulierung von Hypothesen	Kognitive Aktivierung, Förderung selbstständigen Aneignens von Information zu einem gegebenen Versuch, Übergang zur Hypothesenbildung	Verstehen des Versuchs: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe von Tropfen Benzin in <i>Pringles</i>-Dose</li> <li>• Schütteln der Dose mit verschlossenen Öffnungen</li> <li>• Öffnung eines durchbohrten Loches und Einführung eines brennenden Glimmspans</li> <li>• Wiederholung des Versuchs mit unterschiedlicher Tropfenanzahl</li> </ul>	10 Min.
<b>Phase der Hypothesen</b>	Sammlung und Sicherung von Hypothesen an der Tafel	Formulierung von Hypothesen	Förderung zur Formulierung von geeigneten Hypothesen	Mögliche Hypothesen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• explosionsartige Verbrennung</li> <li>• Absprengen des Deckels</li> <li>• je mehr Benzin, desto heftiger die Explosion</li> <li>• innerhalb eines Mischungsbereiches keine erkennbaren Unterschiede</li> </ul>	5 Min.
<b>Phase der Fragestellung</b>	Moderation; Sammeln von Fragestellungen und Sicherung an der Tafel	Zunächst selbstständige Formulierung einer möglichen Fragestellung, gemeinsame Sammlung und Bewertung der Fragestellungen und Auswahl einer Fragestellung	Förderung zur Formulierung einer geeigneten Fragestellung	Mögliche Fragestellungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was geschieht bei der Verbrennung von Benzin in einem geschlossenen Raum?</li> <li>• <u>Ab welchem Benzin-Luft-Mischungsverhältnis ist eine Explosion erkennbar?</u></li> <li>• Ab welchem Benzin-Luft-Mischungsverhältnis kann eine Explosion erzeugt werden?</li> </ul>	10 Min.

<b><i>Inquiry</i>-Phase</b>	<b>Lehreraktivität</b>	<b>Schüleraktivität</b>	<b>Didaktische Funktion</b>	<b>Mögliche Produkte der Phase</b>	<b>Zeit</b>
<b>Phase der Untersuchung</b>	Hilfestellung bei der selbstständigen Schülerarbeit	Selbstständige Gruppenarbeit, Durchführung des Versuchs, Anfertigung eines Protokolls	Offene Durchführung des Versuchs, Hilfe bei dem Umgang und der Variation von Variablen, Förderung der Dokumentation von Beobachtungen	Anfertigung von Protokollen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• X-Achse: unabhängige Variable (Tropfenanzahl)</li> <li>• Y-Achse: abhängige Variable (Hefigkeit der Explosion); frei erstellbar</li> </ul>	25 Min.
<b>Phase der Untersuchung</b>	Lenkung der Präsentation	Selbstständige Präsentation der Beobachtungen	Förderung von Kommunikations- und Präsentationskompetenzen	Aufzeigen mehrerer Graphen mit dem Verlauf zur Zündung eines Benzin-Luft-Gemisches	10 Min.
<b>Phase der Auswertung</b>	Moderation zur Analyse der Ergebnisse	Diskussion zu den Beobachtungen	Klärung fachlicher Aspekte	Thematisierung der Aspekte (Vergleich der einzelnen Graphen): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlauf des Graphen</li> <li>• Achsenbeschriftung</li> <li>• Mittelwerte, Scheitelpunkte</li> </ul>	15 Min.
<b>Phase der Reflexion</b>	Moderation der Fehleranalyse	Diskussion zu den beobachteten Daten	Möglichkeit zur Reflexion, Ermittlung von Ausreißern	Reflexion der Phase der Durchführung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• mögliche Messfehler</li> <li>• mögliche Fehler hinsichtlich der Diskussion</li> </ul> Reflexion der Phase der Auswertung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion zur bestmöglichen Auswertungsmethode (Dokumentation der Daten)</li> </ul>	5 Min.
<b>Phase der Auswertung</b>	Moderation einer Schlussfolgerung; Herstellung eines Bezugs zu Ottomotoren	Formulierung einer Schlussfolgerung und Generalisierung der Ergebnisse, Beantwortung der Fragestellung und Verifizierung/Falsifizierung der Hypothesen	Förderung zur Formulierung von Verallgemeinerungen und Verifizierung/Falsifizierung von Hypothesen	Mögliche Generalisierung: Es gilt, ein optimales Verhältnis eines Benzin-Luft-Gemisches zu erzeugen, was zur Zündung gebracht werden kann. Eine nicht optimale Mischung unterhalb bzw. oberhalb des Explosionsbereiches verhindert eine Zündung.	10 Min.

Dieser Vorschlag, wie *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht umgesetzt werden kann, fokussiert die Förderung von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung. In diesem Beispiel sollen die Formulierung von Fragestellungen und Hypothesen sowie die Durchführung quantitativer Untersuchungen und deren Erklärung im Vordergrund stehen. Sowohl im Hinblick auf die Formulierung der Fragestellungen (Hofstein et al., 2005; Krajcik et al., 1998) und der Hypothesen (Hammann et al., 2006; Njoo & De Jong, 1993; Penner & Klahr, 1996; Schauble et al., 1991; Schroedter & Körner, 2013; Sodian et al., 1991; Tschirigi, 1980) als auch auf die Durchführung eines Versuchs mit zu kontrollierenden Variablen (Hammann et al., 2006; Kuhn et al., 1992; Schauble et al., 1991; Schroedter & Körner, 2013; Shute & Glaser, 1990; Tschirigi, 1980) zeigen Schülerinnen und Schüler Defizite auf. Bei der Umsetzung von *Scientific Inquiry* können die Reihenfolge der Phasen flexibel eingebracht werden – abhängig davon, welche Kompetenzen gefördert werden sollen.

Ein möglicher Einstieg wäre beispielsweise einen kognitiven Konflikt bei den Schülerinnen und Schülern zu erzeugen oder ein Phänomen zu zeigen, anhand dessen Fragestellungen und Hypothesen formuliert werden können. So könnte ein Ausschnitt eines Unterhaltungsfilms gezeigt werden, in dem ein Tank explodiert. Die Schülerinnen und Schüler sollten daraufhin mögliche Fragestellungen und Hypothesen formulieren. Für eine ganze Sequenz würde sich solch ein Einstieg eignen, aber für die Betrachtung einer einzelnen Doppelstunde würde dieser zu viele mögliche Fragestellungen und Hypothesen hervorbringen. Daher wird hier der durchzuführende Versuch vorgegeben, der die Bildung der Hypothesen und Fragestellungen initiiert. Durch die Vorgabe des Versuchs können die Schülerinnen und Schüler explizit und mit großer Offenheit die Hypothesenbildung vollziehen. Dadurch setzen sie sich intensiv mit dem Versuch auseinander und lernen bzw. üben die Formulierung naturwissenschaftlicher Hypothesen.

Anschließend erfolgt auf Grundlage der aufgestellten Hypothesen die Formulierung der Fragestellung. Im Vordergrund steht dabei die richtige Formulierung, die durch die Überprüfung der Hypothese beantwortet werden soll. Diese Phase wird ebenfalls explizit thematisiert, wobei die Lehrkraft die Phase in Form des Unterrichtsgesprächs lenkt.

Während die Bildung der Hypothesen und der Fragestellung einen hohen Grad an Offenheit aufweisen, ist die Planung des Versuchs von der Lehrkraft vorgegeben. Die Durchführung des Versuchs erfolgt wiederum in Gruppenarbeit im Anschluss an die Phase der Hypothesenbildung und der Formulierung der Fragestellung. Hierbei liegt die Schwierigkeit für die Schülerinnen und Schüler darin, dass sie über die Art der Datendokumentation selbstständig entscheiden müssen. Hierbei muss die Einteilung der Ordinatenachse ausgewählt und begründet werden.

In der anschließenden Präsentationsphase stellen die Gruppen ihre Beobachtungen vor. Gleichzeitig begründen die Schülerinnen und Schüler ihre Datendokumentation und stellen sich den Kritikpunkten anderer Schülerinnen und Schüler. Die Lehrkraft lenkt im Anschluss daran die Auswertungsphase, in der die Klasse die Graphen zur Datendokumentation vergleichen und Aspekte wie die Verläufe der Graphen und Mittelwerte thematisieren. Durch die

Dokumentation der Daten auf Folien können diese nach der Präsentation aller Gruppen übereinander gelegt werden. Das ermöglicht, dass die Schülerinnen und Schüler beispielsweise Ausreißer der Untersuchung identifizieren bzw. erkennen, dass andere Gruppen zu ähnlichen Beobachtungen kamen. Dies regt eine im Unterrichtsgespräch ablaufende Reflexion an. So können Gründe aufgeführt werden, wie es bei den Ausreißern zu unterschiedlichen Beobachtungen kommen konnte. Gleichzeitig kann geklärt werden, was generell problematisch bei der Durchführung des Versuchs war.

Den Abschluss der Doppelstunde stellen die Schlussfolgerung und Generalisierung der Untersuchungsergebnisse dar. Hierbei ist es wichtig, dass keine Beobachtungen wiederholt werden, sondern eine übergeordnete Beschreibung der Ergebnisse erfolgt. Dadurch wird einerseits eine Sicherung ermöglicht, aber andererseits kann auch ein Transfer auf weitere Themenbereiche – wie beispielsweise den Ottomotor – geschehen.

Dieses Beispiel soll zeigen, dass eine mögliche Umsetzung des *Inquiry*-Prozesses mit einem variablen Einsatz der Phasen verbunden ist, aber auch Aspekte wie eine explizite Thematisierung und eine mögliche Öffnung der Phasen für eine selbstständige Bearbeitung Bestandteil sein sollten. Im Mittelpunkt sollte dabei die Förderung der Schülerfähigkeiten stehen. Diese werden nicht nur durch den Einbezug der *Inquiry*-Phasen gefördert. Es spielen ebenfalls Aspekte wie das Fachwissen, die Kommunikation und die Bewertung eine wichtige Rolle sowie ein ausgeglichener Umgang mit unterschiedlichen Offenheitsgraden, wobei eine explizite Thematisierung in allen Bereichen von großer Bedeutung ist. Wie bereits häufig erwähnt, ist guter Unterricht nicht abhängig von der Methode, sondern von einem adäquaten Kombinieren verschiedener didaktischer Aspekte, die das Lernen von Schülerinnen und Schülern bestmöglich unterstützen.



## 4 Exkurs: Schulpolitische Aspekte des schwedischen Schulsystems

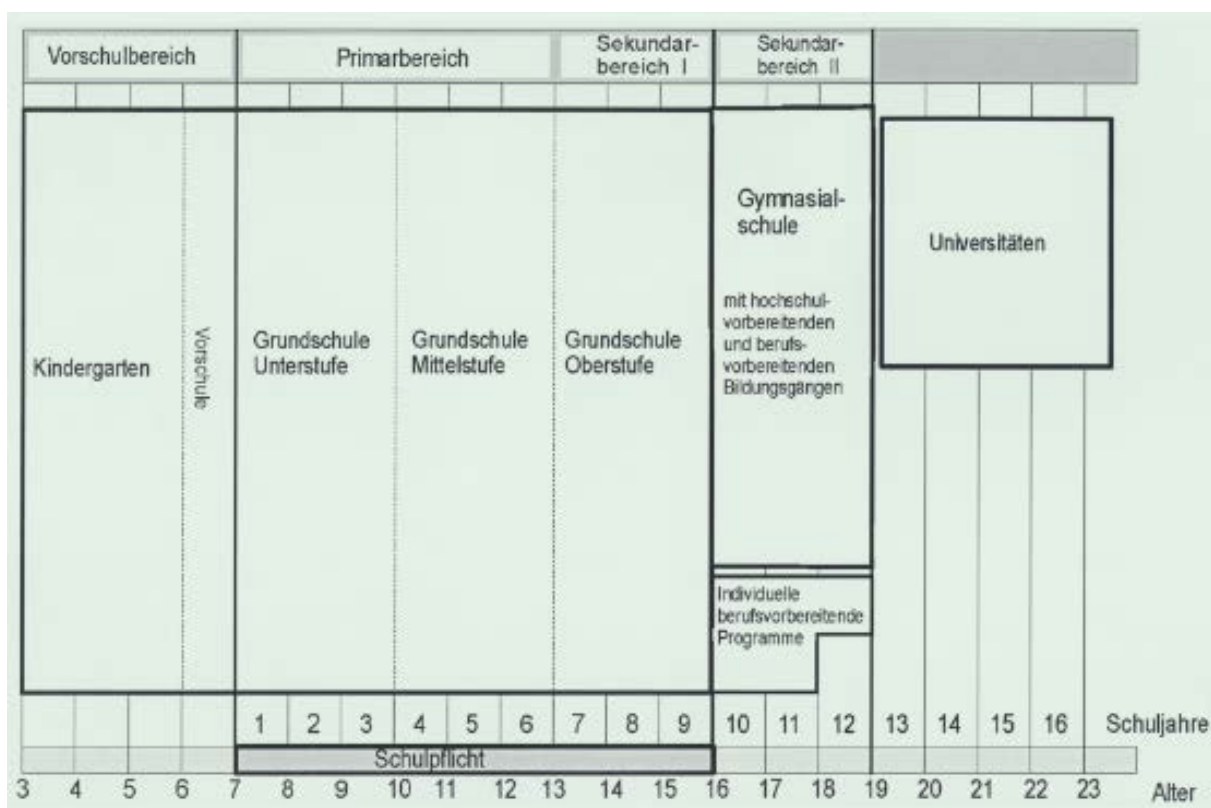
Dieses Kapitel dient dem besseren Verständnis der Ergebnisse bezüglich der schwedischen Stichprobe. Es verdeutlicht die Entwicklung, den Aufbau sowie die aktuelle Situation des schwedischen Schulsystems und thematisiert Aspekte der Lehrerbildung.

Die Anfänge des heutigen schwedischen Schulsystems sind in den fünfziger und sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts zu finden. Von den 1950er Jahren bis heute veränderten viele Schul- und Hochschulreformen strukturelle und inhaltliche Gegebenheiten dieses Systems. Zu Beginn der reformatorischen Veränderungen standen vor allem die Implementierung einer politischen und gesellschaftlichen Bildung sowie die Vermittlung praktischer und sozialer Inhalte im Vordergrund. Von Bedeutung war auch die individuelle und soziale Entwicklung der Kinder und Jugendlichen, um sie zu selbständigen, selbstbewussten und kooperativen Menschen zu erziehen (Ekholm, 2007). Zu dieser Zeit begannen auch der systematische Ausbau der naturwissenschaftlichen Fächer im schwedischen Schulsystem sowie die Einführung einer obligatorischen zweiten Fremdsprache (Skolverket, 2008). Das Hauptziel dieser ersten schwedischen Schulreformen war darüber hinaus zu erreichen, dass alle sozialen Klassen schulische Bildung nutzen, für alle Jugendlichen im ganzen Land gleiche Bildungschancen existieren und für Mädchen und Jungen gleiche Möglichkeiten geschaffen werden (Ekholm, 2007).

Heutzutage gründet sich das schwedische Schulsystem auf einem dezentralisierten und deregulierten Gesamtschulprinzip und zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass alle Kinder und Jugendliche den gleichen Zugang zur schulischen Ausbildung haben. So sagt der §2 des Schwedischen Schulgesetzes von 1985: „Alle Kinder und Jugendliche sollen, unabhängig ihres Geschlechtes, ihrer geographischen Herkunft inklusive ihrer sozialen und ökonomischen Verhältnisse, gleichen Zugang zu Ausbildung im öffentlichen Schulwesen (...) haben. Die Ausbildung ist in jeder Schulform als gleichwertig innerhalb des ganzen Landes anzusehen (Regeringskansliet [Regierungskanzlei], 1985:1100).“

Für die Organisation der Schule im Allgemeinen ist einerseits der Staat verantwortlich, der die Aufgaben, Leitziele und Richtlinien der Schule in einem allgemeinen Lehrplan (*Läroplan*) für die jeweiligen Schulformen formuliert (Schwedisches Institut, 2002) und die Gelder an die rund 290 Gemeinden Schwedens (auch Kommunen) verteilt (Wollmann, 2010). Andererseits ist die jeweilige Kommune, die ihre kommunalen Schul- und Kurspläne erstellt, aus denen hervorgeht, wie die Schulen und der jeweilige Unterricht organisiert und weiterentwickelt werden können, für die Organisation der Schulen verantwortlich. Die von der Regierung entwickelten allgemeinen Lehrpläne sind im Gegensatz zu denen in Deutschland, wo die Rahmenlehrpläne bundesländerspezifisch entwickelt werden, für das ganze Land einheitlich und verbindlich (Lpo 94, 1994; Skolverket, 2011). Die Lehrpläne, Schulpläne und Kurspläne ermöglichen den Lehrenden der jeweiligen Schule Inhalte, Arbeitsformen und Organisation den speziellen örtlichen Verhältnissen anzupassen. Daher ist die spezifische Planung und Durchführung dieser Richtlinien den Schulen selbst überlassen (Kühne, 2005).

Das öffentliche Schulwesen besteht einerseits aus der Pflichtschule und andererseits aus weiterführenden Schulformen. Den Pflichtschulformen ist zunächst die „grundskola“ (die Grundschule) zuzuordnen (Abb. 4.1). Zu dieser zählen noch weitere Institutionen wie die Grundschule für samische Kinder, die Speziālskula, in der gehörlose und hörbehinderte Schüler unterrichtet werden und die Sonderskula für geistig behinderte Kinder. Zu den weiterführenden Schulformen gehört im Wesentlichen die „gymnasieskola“ (das Gymnasium). Dazu kann auch das Sondergymnasium für lernbehinderte Jugendliche gezählt werden. Die Grundschule und das Gymnasium stellen beide integrierte ganztägliche Einheitsschulen dar (Regeringskansliet, 2010). In dieser Studie wird nur die Institution der Grundschule betrachtet.



**Abbildung 4.1:** Struktur des schwedischen Bildungssystems (Klieme et al., 2007).

Das Schuljahr ist in ein Herbst- und ein Frühjahrshalbjahr aufgeteilt. Das gesamte Schuljahr weist 40 Wochen mit höchstens 190 Schultagen auf. Das Frühjahrshalbjahr beginnt Anfang Januar und endet Anfang Juni. Anschließend haben die Schülerinnen und Schüler rund drei Monate Ferien bis das Herbsthalbjahr Ende August wieder anfängt und bis Ende Dezember dauert.

Es ist vorgesehen, dass die Kinder ab dem 3. Lebensjahr die Vorschule besuchen, wobei jede Kommune dazu verpflichtet ist, jedem Kind einen Platz in einer Vorschulklasse anzubieten. Die Organisation der jeweiligen kommunalen Vorschule liegt in der Hand der Gemeinde. Die

Vorschuleinrichtungen können einerseits an normale Schulen angebunden sein oder andererseits in Kindergärten bzw. Kindertagesstätten organisiert werden.

Die Pflichtschulzeit beginnt mit sieben Jahren und endet mit sechzehn Jahren. Diese Schulzeit verbringen die Schülerinnen und Schüler in der neunjährigen Grundschule (Regeringskansliet, 2010).

Obwohl die öffentliche Grundschule gebührenfrei ist, wobei auch Lernmittel, Mahlzeiten, Schulgesundheitspflege und der Transport von Schülerinnen und Schüler vom Staat bzw. von der Kommune übernommen werden, haben die Präsenz und die Popularität der privaten Grundschulen in den letzten Jahren stark zugenommen (Schwedisches Institut, 2002, Carlgren, 2009). So besuchten die öffentliche Grundschule im Jahr 2002 rund 98% der schwedischen Schülerinnen und Schüler (Schwedisches Institut, 2002). Im Jahr 2007 besuchten diese nur noch 93 % der schulpflichtigen schwedischen Schülerinnen und Schüler, während sich die restlichen sieben Prozent auf nicht-öffentliche, private Schulen verteilen (Ekholm, 2007). Heute sind 12 % aller Grundschulen und rund die Hälfte der Gymnasien in privater Hand (Carlgren, 2009). Auch Wiborg (2010) kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Während im Schuljahr 1995/96 rund 20.250 Schülerinnen und Schüler in privaten Schulen unterrichtet wurden, stieg die Zahl im Schuljahr 2009/2010 auf 95.950 Schülerinnen und Schüler. Das ist ein Anstieg auf 474 %. Diese Schulen werden allerdings genauso geprüft wie die staatlichen Schulen.

Bis zum Schuljahr 2011/2012 gab es Zeugnisse mit Noten in Schweden erst ab dem achten Schuljahr. Die Notenvergabe umfasste vier Bewertungsstufen: *mycketvälgodkännt* ist vergleichbar mit einem *sehr gut*, *välgodkännt* mit einem *gut*, *godkännt* mit einem *ausreichend* und *ickegodkännt* mit einem *nicht ausreichend* (Wibner, 1998). Seit einer alle Schulformen umfassenden Schulreform im Jahr 2011 gelten neue Benotungsregeln. So passte sich das schwedische Schulsystem an das US-amerikanische System an, in dem die Noten *A-F* vergeben werden, wobei mit der Note *F* als „nicht bestanden“ gilt. Eine weitere Veränderung besteht in der Verschiebung der Zeugnisvergabe. Seit 2012 erhalten bereits Schülerinnen und Schüler der sechsten Jahrgangsstufe ein Zeugnis zu Schuljahresende (Skolverket, 2013a). In der neunten Klasse entscheidet jedoch das Abschlusszeugnis nicht darüber, ob sie ins Gymnasium wechseln können oder nicht, sondern nur, welche Ausbildungszweige im Gymnasium belegt werden können (Ekholm, 2007).

Zur administrativen Steuerung des schwedischen Schulsystems und zur Evaluation der Schulqualität wurde 1991 eine nationale Einrichtung – das so genannte *Skolverket* – geschaffen, unter dessen Leitung zum einen jährlich nationale Tests durchgeführt und zum anderen ausgewählte Schulen inspiziert werden (Döbrich, Schnell, & Sroka, 2008; Kühne, 2005). Teil der Schulinspektionen sind zusätzlich die Mitarbeiter-, Schüler- und Lehrergespräche. Die Schulleiterinnen und Schulleiter der jeweiligen Schule, in deren Kommune keine Schulinspektion stattfindet, haben die Aufgabe einen Qualitätsbericht für das *Skolverket* zu verfassen, indem diese den Unterricht ihrer Schule besuchen und auswerten. Bei der Inspektion stehen pädagogische Aspekte, Ebenen des Schulmanagements und Aspekte des Mobbing sowie der

Lehrerqualifikation im Mittelpunkt (Schmidt, 2009). Die Ergebnisse der Schulinspektionen werden zum einen der Regierung zur Verfügung gestellt, die schulpolitische Maßnahmen ergreifen kann und zum anderen werden die jeweiligen Schulen über ihre Ergebnisse informiert, die dann schulspezifische Schritte einleiten können (Oelkers & Reusser, 2008).

Einen bedeutenden bildungspolitischen Indikator stellen die Ausgaben pro Schülerin und Schüler bzw. pro Studierenden in dem jeweiligen Land dar, weil sie laut OECD (2011) einen bedeutenden Einfluss auf die Lernumgebung und auf die Lernbedingungen der Schülerinnen und Schüler haben. Die schwedische Regierung investiert dabei mehr in das schwedische Schulsystem als die deutsche Bundesregierung bzw. die jeweiligen Bundesländer. Dies bezieht sich auf alle Bereiche vom Primär- bis zum Tertiärbereich.

##### *Die schwedische Grundschule*

Während der *Läroplan* die allgemeinen Regeln und Richtlinien für die Grundschule umfasst, formuliert der so genannte *Kursplan* die Lerninhalte und -ziele für jedes einzelne Schulfach. Der *Kursplan* beschreibt darüber hinaus den Charakter und die allgemeine Ausrichtung des jeweiligen Faches und spiegelt im Allgemeinen auch die übergeordneten Aufgaben und Richtlinien der Schule wider. Die Kurspläne (wie auch der *Läroplan*) gelten für ganz Schweden, dennoch ist jede Schule für die Umsetzung der Richtlinien selbst verantwortlich (Regeringskansliet, 2010).

In den Kursplänen werden für jedes Fach Mindeststandards beschrieben (von Saldern & Paulsen, 2004; Oelkers & Reusser, 2008; Ratzki, 2008), die alle Schülerinnen und Schüler am Ende der dritten, der sechsten und neunten Jahrgangsstufe erreicht haben sollen (Skolverket, 2011). Um diese Standards zu überprüfen, findet jedes Jahr – wie bereits erwähnt – eine landesweite Testung der dritten, sechsten und neunten Jahrgänge statt. Während am Ende der dritten Jahrgangsstufe lediglich die Standards der Fächer Englisch, Mathematik und Schwedisch (auch Schwedisch als Zweitsprache) überprüft werden, werden die Schülerinnen und Schüler am Ende der neunten Jahrgangsstufe zusätzlich in einem naturwissenschaftlichen Fach (Biologie, Chemie oder Physik) und in einem sozialwissenschaftlichen Fach (Religionswissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Geographie oder Geschichte) – die Zuordnung erfolgt zufällig – geprüft (Skolverket, 2013b).

Der Stundenplan der Grundschule, der gesetzlich festgelegt ist und sich ebenfalls auf ganz Schweden bezieht, enthält sechs Bereiche: Basisfächer (Schwedisch, Englisch und Mathematik), praktisch/ästhetische Fächer, sozialwissenschaftliche Fächer und naturwissenschaftliche Fächer, ein Sprachwahlpflichtfach und ein persönliches Wahlpflichtfach der Schülerinnen und Schüler (Regeringskansliet, 2010). In Tabelle 4.1 wird deutlich, wie sich die einzelnen Unterrichtsstunden auf die jeweiligen Fächer pro Schuljahr verteilen.

**Tabelle 4.1:**Mindestunterrichtszeit in Einheiten von 60 Minuten in den neun Jahren der Grundschule (Regeringskansliet, 2010); im Schwedischen in alphabetischer Reihenfolge.

<b>Fach</b>	<b>Anzahl an Stunden [Min.]</b>
Kunst	230
Hauswirtschaftslehre	118
Sport und Gesundheit	500
Musik	230
Werken/Nähen	330
Schwedisch oder Schwedisch als Zweitsprache	1490
Englisch	480
Mathematik	1020
Geographie, Geschichte, Religionswissenschaften, Gesellschaftswissenschaften (SO)	885
Biologie, Physik, Chemie, Technik (NO)	800
Wahlfach: Fremdsprachen (nicht Englisch)	320
Wahlfach der Schülerinnen und Schüler	382
<b>Gesamtanzahl garantierter Unterrichtsstunden</b>	<b>6785</b>
davon Wahlfach der Schule	600

Die Fächer in den Bereichen Sozial- bzw. Naturwissenschaften werden jeweils in Blöcken unterrichtet, die alle drei bis vier Wochen alternieren. Das Wahlfach der jeweiligen Schulen dient zum Aufbau eines schulspezifischen Profils, mit dem sie ihre Schülerinnen und Schüler anwerben können. Dazu werden rund 600 Stunden von insgesamt 6785 Stunden verwendet und dürfen für den Unterricht in einem oder zwei Fächern genutzt werden. Üblicherweise werden vor allem Musik, Sport, Naturwissenschaften und Sprachen als Profilwahlfächer gewählt (Schwedisches Institut, 2002).

Die Unterrichtslänge kann von der Schule bestimmt werden. So dauern einige Unterrichtsstunden 40, 60 oder 80 Minuten. Lediglich in der Erwachsenenbildung sind 60-Minutenstunden maßgeblich (Regeringskansliet, 2010).

#### *Der Chemieunterricht in der schwedischen Grundschule*

Bereits im schwedischen Lehrplan von 1955 für die Naturwissenschaften steht: „Schülerinnen und Schüler sollen systematisch üben, selbstständig zu arbeiten und unter Eigenverantwortung und damit verbunden Vorteile verschiedener Arten von Untersuchungs- und Arbeitsmaterialien eigene Untersuchungen durchführen; sie sollen eigene Beobachtungen machen und eigene Zusammenstellungen untersuchen und auf deren Grundlage Schlussfolgerungen ziehen“ (Kungliga Skolöverstyrelsen, 1955, S. 116). Der Vergleich mit deutschen Lehrplänen stellte sich als schwierig heraus, da zwar der Zugang zu Lehrplänen der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) möglich ist, aber kaum Informationen zu Rahmenlehrplänen der Bundesrepublik Deutschland zu finden sind. Die Lehrpläne der DDR von 1961

machten erstmals deutlich, dass Schülerinnen und Schüler selbstständig chemische Untersuchungen durchzuführen haben, wobei dabei auch der Fachbezug bestehen bleibt (Ministerrat der Deutschen Demokratischen Republik, 1961). Der *Lehrplan für den achtstufigen allgemeinbildenden polytechnischen Schulteil der Hilfsschule* macht hingegen einen expliziteren Bezug zur Erkenntnisgewinnung deutlich (Lehrplan für den achtstufigen allgemeinbildenden polytechnischen Schulteil der Hilfsschule). Es fällt allerdings auf, dass die Oberschule wesentlich intensiver auf die Vermittlung von Fachinhalten fokussiert als es bei dem Lehrplan der Hilfsschule der Fall ist.

Die Analyse bzw. der Vergleich der Chemie-Lehrpläne in Deutschland und Schweden gibt einen Hinweis darauf, dass der *Inquiry*-Gedanke im schwedischen Schulsystem bereits etwas früher implementiert wurde. Dieser Schluss kann aber, wie erwähnt, darauf zurückzuführen sein, dass Lehrpläne der Bundesrepublik Deutschland nicht zugänglich waren, so dass keine Aussagen über die Inhalte dieser Curricula gemacht werden können.

Das Fach Chemie soll nach dem schwedischen *Kursplan* ab der ersten Jahrgangsstufe unterrichtet werden. Bei Betrachtung der zu unterrichtenden Inhalte der ersten bis dritten Jahrgangsstufe fällt aber auf, dass die ersten Themen eher fächerübergreifende Aspekte umfassen wie: *Die Natur betrachtet im ganzen Jahr*, *Körper und Gesundheit* und *Kraft und Bewegung*. In den anderen drei Themenbereichen sollen Fähigkeiten und Fertigkeiten vermittelt werden, die sich konkret mit den Stoffen in der Umgebung wie Luft und Wasser (Themenbereich *Materialien und Stoffe in unserer Umgebung*) auseinandersetzen. Die letzten beiden Themenbereiche (*Erzählungen der Natur und der Naturwissenschaften* und *Denk- und Arbeitsweisen*) beschäftigen sich konkret mit Aspekten von *Nature of Science* und *Scientific Inquiry*. Allerdings sind die Inhalte noch nicht konkret auf den Chemieunterricht bezogen. Sowohl von der vierten bis sechsten als auch in der siebten bis neunten Jahrgangsstufe sollen die fachwissensorientierten Themenbereiche *Chemie in der Natur* und *Chemie im Alltag und in der Gesellschaft* den Schülerinnen und Schülern nahe gebracht werden. Wiederum eher auf die Ebene *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* beziehen sich die letzten beiden Themenbereiche *Chemie und Weltbild* und *chemische Denk- und Arbeitsweisen* (Tab. 4.2).

**Tabelle 4.2:** Kursplan im Fach Chemie der siebten bis neunten Jahrgangsstufe (Skolverket, 2011); eigene Übersetzung.

Themenbereich	zu unterrichtende Inhalte
<i>Chemie in der Natur</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atommodell zur Beschreibung und Erklärung des Aufbaus der Materie, von Kreisläufen und Erhaltungssätzen; Inhalte: Atome, Elektronen, Protonen, Neutronen</li> <li>- Chemische Verbindungen und Zusammensetzung von Atomen in molekularen und ionischen Verbindungen im Zuge chemischer Reaktionen</li> <li>- Atommodell zur Beschreibung und Erklärung von Phaseneigenschaften, Phasenübergängen; Streuprozesse der Materie in der Luft, Wasser und Boden</li> <li>- Wasser als Lösungs- und Transportmittel von Stoffen, z.B. im Boden, in Pflanzen und im Menschen; Inhalte: Lösungen, Fällungen/Niederschläge, Säuren und Basen (inkl. pH-Wert)</li> <li>- Chemische Prozesse im Boden und in der Luft bezogen auf Umwelt und Gesundheit</li> <li>- Eigenschaften des Kohlenstoffatoms und dessen Funktion als Baustein aller lebenden Organismen; Inhalt: Kohlenstoffkreislauf</li> <li>- Photosynthese und Verbrennung (inkl. Energieumwandlung innerhalb der Reaktionen)</li> </ul>
<i>Chemie im Alltag und in der Gesellschaft</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung von Energie- und Naturressourcen durch den Menschen auf lokaler und globaler Ebene; Bedeutung der Verwendung in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung</li> <li>- Chemische Prozesse der Produktion und des Recyclings von Metallen, Papier und Kunststoffen; Analyse des Lebenskreislaufs alltagsbezogener Aspekte</li> <li>- Verschiedene Faktoren zur Erklärung des Zersetzens von Stoffen wie z.B. Eisen und Plastik und Möglichkeiten zur Verhinderung der Zersetzung</li> <li>- Prozesse zur Reinigung von Trink- und Abwasser auf lokaler und globaler Ebene</li> <li>- Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und deren Bedeutung für die Gesundheit; chemische Prozesse im menschlichen Körper wie z.B. die Verdauung</li> <li>- Gewöhnliche Chemikalien im Haushalt und in der Gesellschaft wie z.B. Reinigungsprodukte, Kosmetika, Farben und Brennstoffe auch bezogen auf Gesundheit und Umwelt</li> <li>- Sicherer Umgang mit Chemikalien und brennbaren Stoffen</li> <li>- Aktuelle Gesellschaftsfragen rund um das Fach Chemie</li> </ul>
<i>Chemie und Weltbild</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Historische und zeitgenössische Entdeckungen in der Chemie und ihre Bedeutung für das Weltbild, die Technik, die Umwelt, die Gesellschaft und die Lebensbedingungen der Menschen.</li> <li>- Aktuelle Forschungsbereiche der Chemie wie z.B. die Werkstoffentwicklung und Nanotechnik</li> <li>- Kritische Betrachtung chemischer Modelle und Theorien in Bezug auf ihre Anwendbarkeit, Gültigkeit und Veränderlichkeit</li> <li>- Entwicklung und Ordnung der Atomarten aus historischer Perspektive</li> </ul>
<i>chemische Denk- und Arbeitsweisen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Untersuchungen; Formulierung einfacher Fragestellungen, Planungen, Durchführungen und Auswertungen</li> <li>- Trennungs- und Analysemethoden wie z.B. Destillation und Elementaranalyse</li> <li>- Zusammenhang zwischen Untersuchungen und Begriffsbildungen, Modellen und Theorien</li> <li>- Dokumentarische Auswertung von Untersuchungen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und schriftlichen Protokollen</li> <li>- Kritische Überprüfung von Informationen und Argumenten, denen Schülerinnen und Schüler in verschiedenen Publikationen und Gesellschaftsdiskussion im Bereich der Chemie begegnen</li> </ul>

Die in Tabelle 4.2 aufgeführten Inhaltsaspekte, die die Schülerinnen und Schüler am Ende der Pflichtschulzeit behandelt haben sollen, werden entsprechend des neu eingeführten Benotungssystems in die drei Anforderungsbereiche E, C und A differenziert (Skolverket, 2011). Bei einem Vergleich der zu erwerbenden Inhalte am Ende der Pflichtschulzeit in Deutschland (Tab. 2.7) und Schweden wird deutlich, dass im schwedischen Rahmenlehrplan keine Kompetenzbereiche sondern ausschließlich Themenbereiche differenziert werden. Metakognitive Aspekte wie die Betrachtung von *Nature of Science* sowie der Erkenntnisgewinnung werden dabei in zwei von vier Themenbereichen berücksichtigt. In den deutschen Bildungsstandards findet sich *Nature of Science*-Aspekte vor allem im Kompetenzbereich *Bewertung* wieder. Gleichzeitig werden in den deutschen Bildungsstandards neben den zu erwerbenden fachlichen Themen explizite Standards formuliert, während im schwedischen Lehrplan lediglich Oberbegriffe benannt werden. Dies führt zu einer relativen Offenheit der Themenfelder und Durchführungsmöglichkeiten für die schwedischen Lehrerinnen und Lehrer und die Schulen im Allgemeinen.

#### *Die Lehrerausbildung in Schweden*

Das schwedische Schulsystem und die Lehrerausbildung sind von vielen Reformen geprägt. Für die Ausbildung der Lehrkräfte, die an dieser Studie teilnahmen, spielen die früheren und jüngsten Reformen der Lehrerausbildung keine Rolle. Daher wird vor allem der Zeitraum zwischen den 1960er Jahren bis Anfang des 21. Jahrhunderts im Folgenden betrachtet.

Vor 1965 absolvierten die Lehrerinnen und Lehrer ihre pädagogische Ausbildung an einer von insgesamt 26 Lehrerausbildungsstätten. Damals betrug die Dauer der Ausbildung ein Jahr und konnte zum einen mit einem dreiwöchigen Kurs über Inhalte aus der Didaktik, Pädagogik, Methodik und Psychologie und zum anderen mit einer umfassenden praktischen Ausbildung abgeschlossen werden (Möller, 2006). Die kurze Ausbildungszeit geriet bereits Anfang der 1960er Jahre in die Kritik, wodurch schon 1965 die erste Lehrerhochschule in Stockholm gegründet wurde. An ihrer Gründung nahmen sich auch andere Universitätsstädte ein Beispiel, wodurch die Lehrerausbildung an diesen, die pädagogische Ausbildung fokussierenden Hochschulen stattfand. Dennoch gehörte die Ausbildung der Grundschullehrerinnen und -lehrer bis zur Hochschulreform 1977 nicht zum Hochschulsystem, während die Gymnasiallehrkräfte fachlich an der Universität ausgebildet wurden. Dies änderte sich 1977 mit der Zusammenführung aller Einrichtungen. Seitdem werden alle Lehrerinnen und Lehrer in der Hochschule ausgebildet (Högskolverket [Hochschulwerk], 2001; Lundahl & Sander, 1998; Möller, 2006).

Eine weitere Schulreform in den 1980er Jahren hatte ebenfalls Einfluss auf die Lehrerausbildung (vor allem auf die Grundschullehrerausbildung), wobei die Struktur des Lehramtsstudiums vereinheitlicht wurde. Bis 1988 wurden die Grundschullehrerinnen und -lehrer in Unterstufen-, Mittelstufen- und Oberstufenlehrkräfte getrennt, während anschließend die Ausbildung der Grundschullehrkräfte für die Unterrichtung der Jahrgangsstufen 1-7 oder 4-9 struk-



turiert wurde (Möller, 2006). Im Vordergrund der neuen Lehrerausbildung stand eine stärkere Praxisorientierung. So waren die Lehramtsstudierenden dazu verpflichtet 40 Studienpunkte (umfasst ungefähr ein Jahr Studium) im Bereich der pädagogischen Praxis zu absolvieren (Högskolverket, 2001).

Bereits in den 1970er Jahren begann die Dezentralisierung des schwedischen Bildungssystems, dessen Entwicklung Mitte der 1990er abschlossen werden konnte. Im Jahre 1993 wurde das Hochschulwesen (wie auch das allgemeine Schulwesen) flächendeckend dezentralisiert (Möller, 2006). Somit erlangte die Hochschule durch die Reform eine größere Autonomie. Dies bezog sich vor allem auf die Organisation der Studiengänge. Genau wie das *Skolverket*, das die zu erlangenden Ziele an die Schulen und den Unterricht formuliert, bestimmt das so genannte *Högskolverket* die zu erreichenden Ziele an das Hochschulwesen. Die Umsetzung wird wiederum den jeweiligen Hochschulen der Kommune überlassen (Högskolverket, 2001). Die Erreichung der Zielvorgaben prüfen schließlich umfassende Evaluationen des *Högskolverket* (Möller, 2006). In einem Bericht der parlamentarischen Kommission für Lehrerbildung von 1999 wurden die Entwicklungen des Schul- und Hochschulwesens als umgesetzt und abgeschlossen deklariert (Möller, 2006; SOU, 1999).

Durch die jüngste Schulreform im Jahre 2001 haben sich die Inhalte und Strukturen des Schulwesens erneut sehr verändert und so auch die der Lehrerbildung. Die Folge dieser Reform war die endgültige Aufhebung traditioneller Strukturen. Während viele europäische Länder die Lehrersausbildung traditionell in die Komponenten *Fachwissenschaft*, *Fachdidaktik*, *Erziehungswissenschaft* und *Schulpraktische Studien* bevorzugen, setzt sich das Studienprogramm einer schwedischen Lehrerin bzw. eines schwedischen Lehrers aus den Kategorien *Allgemeinbildender Bereich*, *Orientierungsbereich* und *Spezialisierungsbereich* (Kallós, 1999; Möller, 2006) zusammen. Die erste Kategorie umfasst grundlegende Lehramtskurse zu pädagogischen, diagnostischen, demokratischen, soziologischen und kommunikativen Aspekten. Im Orientierungsbereich werden die fachlichen Inhalte der gewählten Unterrichtsfächer vermittelt, in dem auch die schulpraktischen Studien integriert sind. Die Orientierungen bestehen sowohl aus einem traditionellen Fachstudium aber auch aus fächerübergreifenden Themen hinsichtlich naturwissenschaftlicher, technischer oder gesellschaftlicher Schwerpunkte (Möller, 2006). Der Spezialisierungsbereich stellt eine Vertiefung bzw. Ausdehnung der bereits vorhandenen Kenntnisse dar und umfasst entweder eine inhaltliche Vertiefung innerhalb eines gewählten Faches, die Aneignung von Inhalten eines neuen Faches oder den Erwerb von Fähigkeiten hinsichtlich eines neuen Gebiets (Karlsson & Smitt, 2001).

Im Hinblick auf die Lehrerausbildung umfasst das Studium je nach Schulform für die Vor- und Unterstufe dreieinhalb Jahre und für Oberstufen- und Gymnasiallehrer bis zu viereinhalb Jahre. Die Veranstaltungen finden – anders als in Deutschland – in Blockveranstaltungen über mehrere Wochen statt, so dass Studierende in dieser Zeit nur ein bis zwei Kurse besuchen. In ihnen arbeiten die Studenten meist in Gruppen zusammen oder führen unterschiedliche Projekte durch. Bedeutender Teil der Reform war darüber hinaus die Stärkung der unterrichtlichen Praxis. Dazu wurde die so genannte *verksamhetsförlagd utbildning* (VFU) eingeführt,

was einen weiteren Bestandteil der universitären Lehrerausbildung darstellt. Die Universitäten stehen dabei mit bestimmten Partnerschulen in Kontakt, wo die Studierenden die Möglichkeit zur Hospitation bzw. zum Unterrichten bekommen.

Das Lehramtsstudium beenden die Studierenden durch ein Lehrerexamen, wobei sich die Gesamtnote wie auch beim Bachelor-Master-System aus allen Noten des gesamten Studiums zusammensetzt (Möller, 2006).

Die Fortbildung von Lehrerinnen und Lehrern hat in Schweden einen besonderen Stellenwert. Das *Skolverket* bietet verschiedene Workshops und Lehrerfortbildungen an, die sowohl allgemein didaktische als auch konkrete fachliche Inhalte thematisieren. Aber auch Fachverbände und Universitäten bieten für die jeweiligen Unterrichtsfächer Lehrerfortbildungen an. Für Fortbildungen im Fach Chemie ist das *Kemilärarnas Recurscentrum* verantwortlich.

#### Zusammenfassung:

Ein zentraler Unterschied des deutschen und des schwedischen Bildungssystem ist die deutschen föderalistische Politik auf der einen Seite und das schwedische durch Dezentralisierungs- und Deregulierungsprozesse beeinflusste Schulsystem auf der anderen Seite. Dies bedeutet, dass zwar übergeordnete Ziele und Inhalte von der Regierung an die Schule formuliert werden, aber jede Schule selbstständig für die Umsetzung dieser Ziele verantwortlich ist. Ein weiterer Unterschied zum deutschen Schulsystem ist, dass die gesamte Pflichtschulzeit in Schweden in einer Schulform (der Grundschule) absolviert wird. Die weitere berufliche bzw. schulische Ausbildung findet – auch wenn sie von fast allen Schülerinnen und Schüler wahrgenommen wird – im drei jährigen Gymnasium statt.

Die Qualitätssicherung übernimmt das *Skolverket*, dies wird durch nationale Tests, Inspektionen und Befragungen realisiert. In Bezug auf die schwedische Grundschule sind die zu erbringenden Leistungen der Schülerinnen und Schüler in Form von Mindeststandards zu erfüllen.

Ein weiterer Unterschied ist, dass der Chemieunterricht in Schweden bereits in der ersten Jahrgangsstufe unterrichtet wird, wobei keine konkreten Standards angegeben werden, sondern zu unterrichtende Themen. Dies erlaubt eine große Offenheit in Bezug auf die Organisation des Chemieunterrichts.

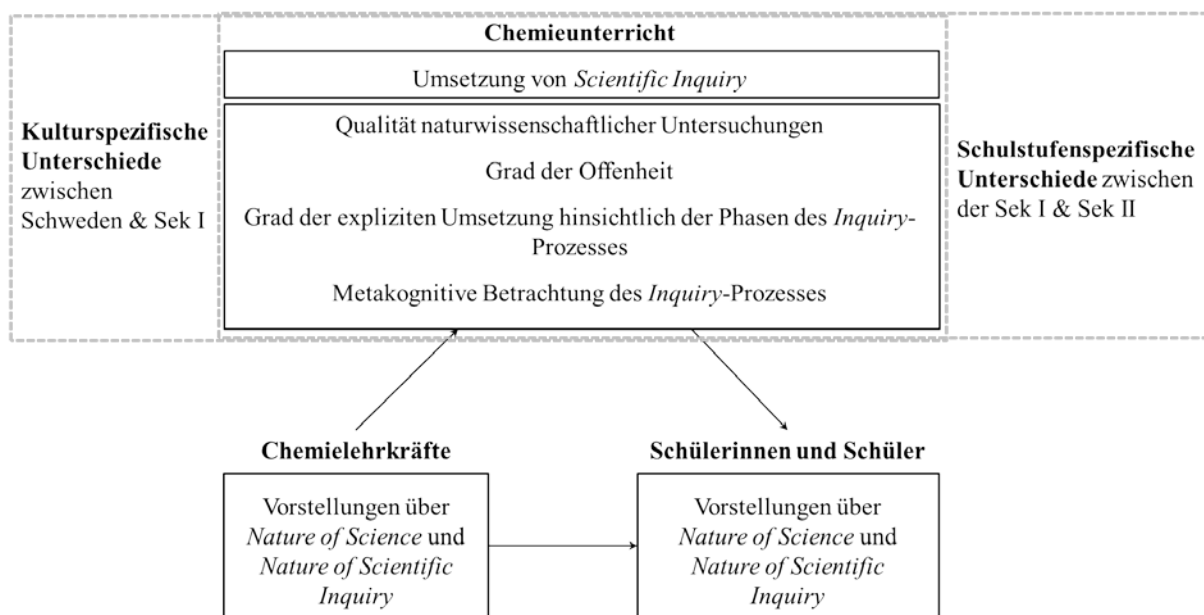
Die Lehrersausbildung ist in Schweden ausschließlich in den Universitäten möglich. Wie das schwedische Schulsystem, ist auch das Hochschulsystem durch die dezentralisierte Politik geprägt, wodurch jede Universität für die Umsetzung und Organisation der Lehrerausbildung selbst verantwortlich ist. In der Lehrerausbildung stellt die praktische Ausbildung, die mit Hilfe von Partner-Schulen und einem speziellen Ausbildungsanteil realisiert wird, eine wichtige Rolle.

Es zeigt sich, dass sich wesentliche systematische und inhaltliche Aspekte in den Ländern Deutschland und Schweden unterscheiden, die wohlmöglich einen Einfluss auf die Umsetzung des Chemieunterrichts haben.

## 5 Forschungsfragen und Hypothesen

Auf der Grundlage des theoretischen Hintergrundes und in Bezug auf die dargelegten Forschungslücken können zur Umsetzung des Prozesses von *Scientific Inquiry* sowie über dessen Qualität und dessen Einflussfaktoren verschiedene Aspekte als Basis für Forschungsfragen und Hypothesen formuliert werden (Abbildung 5.1). Dabei werden im Folgenden zunächst die Forschungsfragen und anschließend die dazugehörigen Hypothesen dargelegt. Es werden drei unterschiedliche Stichproben betrachtet: Schweden (9. Jahrgangsstufe), Deutschland (9. und 10. Jahrgangsstufe) sowie Deutschland (11. und 12. Jahrgangsstufe).

Wird im Folgenden von Unterschieden berichtet, dann wird von statistisch bedeutsamen Unterschieden ( $p \leq .05$ ) ausgegangen oder aufgrund der kleinen Stichprobe zumindest von mittleren bis hohen Effektstärken ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ). Die Korrelationen werden mittels Partialkorrelation berechnet, wobei ein positiver Zusammenhang zwischen zwei Variablen bei  $r_s > .5$ ;  $p \leq .05$  besteht.



**Abbildung 5.1:** Zu untersuchende Aspekte der Studie.

### 5.1 *Scientific Inquiry* im Kulturvergleich

Handlungsmuster sind kulturspezifisch und in der Regel mehr oder weniger autonom ablaufende Vorgänge unterrichtlichen Handelns. Dies lässt vermuten, dass auf Sichtstrukturebene Unterschiede im Chemieunterricht zwischen zwei Ländern bestehen (Börlin, 2012; Roth et al., 2006), aber über eine begründete Gewichtung der zeitlichen Anteile oder der prozentualen Verteilung von *Inquiry*-Phasen kann im Vorfeld keine Vermutung aufgestellt werden. Fraglich ist, ob der deutsche Chemieunterricht nicht mittlerweile auch eine – auf Kompetenzorientierung ausgerichtete – Struktur aufweist.

Eine zweite Möglichkeit stellen die Berechnungen in Form einer latenten Profilanalyse (Merz & Roesch, 2011; Nett, Goetz, & Daniels, 2010; Pastor, Barron, Miller, & Davis, 2007) dar, die zur Identifikation unterschiedlicher Klassen in Bezug auf die Umsetzung von *Scientific Inquiry* führen können. Weiterhin kann die Erstellung von *lesson signatures* (Dalehefte et al., 2009; Givvin et al., 2005) erste Hinweise auf Unterschiede ersichtlich machen.

Darüber hinaus ist zu prüfen, inwiefern in Bezug auf die Umsetzung von *Scientific Inquiry* die Unterrichtsqualität eine Rolle spielt. So hängt diese von der Struktur und Gestaltung des Unterrichts ab, wobei allerdings Tiefenstrukturmerkmalen eine größere Bedeutung eingeräumt wird als Sichtstrukturmerkmalen (Oser, & Patry, 1990; Seidel & Shavelson, 2007). Die zu untersuchenden Qualitätsmerkmale werden erstens durch den Grad der expliziten bzw. impliziten Thematisierung von *Scientific Inquiry*, zweitens durch den Offenheitsgrad der Phasen von *Scientific Inquiry* und drittens die Einschätzung der *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* erfasst.

Hinsichtlich der Betrachtung der Lehrer- und Schülervorstellungen über Nature of Science und Nature of Scientific Inquiry ist darüber hinaus auch zu prüfen, ob länderspezifische Unterschiede bestehen.

### **Fragestellung:**

Inwiefern unterscheiden sich Unterrichtsprozesse im Fach Chemie im Hinblick auf die Umsetzung von *Scientific Inquiry* in den Ländern Deutschland und Schweden?

### **Hypothesen:**

- H<sub>1,1</sub> Einzelne Teilphasen von *Scientific Inquiry* sind in Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden.
- H<sub>1,2</sub> Die Anteile der expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden.
- H<sub>1,3</sub> Die Anteile der Offenheitsgrade der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden.

- H<sub>1,4</sub> Die *Qualität der naturwissenschaftlichen Untersuchung* ist in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden.
- H<sub>1,5</sub> Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Lehrkräfte unterscheiden sich zwischen der schwedischen Stichprobe und der der deutschen Sekundarstufe I ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ).
- H<sub>1,6</sub> Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zwischen der schwedischen Stichprobe und der der deutschen Sekundarstufe I ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ).

### 5.2 *Scientific Inquiry* im Schulstufenvergleich

Generell existieren noch sehr viele Forschungslücken in Bezug auf den Vergleich der Umsetzung von *Scientific Inquiry* in der Sekundarstufe I und II. Wie bereits erwähnt, zeigen erste Studien Unterschiede zwischen der Primarstufe und der Sekundarstufe I. Dennoch beschreiben Baumert et al. (1997) sowie Schmidt et al. (1996), dass intrakulturelle Vergleiche im Gegensatz zu interkulturellen Vergleichen eher die Ähnlichkeit von Handlungsmustern aufzeigen. So kann vermutet werden, dass aufgrund der ähnlichen Unterrichtskultur die Unterschiede zwischen der Sekundarstufe I und II geringer sind als zwischen Schweden und der Sekundarstufe I. Während zu vermuten ist, dass sich die Vorstellungen der Lehrkräfte der deutschen Sekundarstufe I und II nicht unterscheiden, könnten sich die Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* aufgrund einer längeren Ausbildungsdauer schulstufenspezifisch unterscheiden.

#### **Fragestellung:**

Inwiefern unterscheiden sich Unterrichtsprozesse im Fach Chemie im Hinblick auf die Umsetzung von *Scientific Inquiry* in der Sekundarstufe I und II?

#### **Hypothesen:**

- H<sub>2,1</sub> Die Teilphasen von *Scientific Inquiry* sind in Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant ähnlich ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ ) gewichtet wie in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.

- H<sub>2,2</sub> Die Anteile der expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.
- H<sub>2,3</sub> Die Anteile der Offenheitsgrade der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.
- H<sub>2,4</sub> Die *Qualität der naturwissenschaftlichen Untersuchung* ist in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung unterrichtet wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.
- H<sub>2,5</sub> Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Lehrkräfte unterscheiden sich nicht zwischen den Stichproben der deutschen Sekundarstufe I und II ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ ).
- H<sub>2,6</sub> Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zwischen den Stichproben der deutschen Sekundarstufe I und II ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ).

### 5.3 Zusammenhänge zwischen Lehrervorstellungen und der Umsetzung von *Scientific Inquiry*

Viele Studien verdeutlichen, dass die subjektiven Theorien der Lehrkräfte einen Einfluss auf das unterrichtliche Handeln haben (z.B. Hashweh, 1996; Helmke, 2005; Nespor, 1987; Wahl, 2001). Da der Einfluss bei dem gewählten Untersuchungsdesign nicht geprüft werden kann, wird lediglich der Zusammenhang zwischen den Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und der Umsetzung von *Scientific Inquiry* untersucht. Die Erfassung dieser Vorstellungen geschieht über eine Fragebogenerhebung, in der die Lehrerinnen und Lehrer gebeten werden, ihre Meinung zu Aussagen in Bezug auf Aspekte von *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* wiederzugeben (Tab. 6.9) Eine Darstellung der Ergebnisse erfolgt exemplarisch, da die Rücklaufquote der Lehrerfragebögen unter 50% betrug.

Wenn Lehrerinnen und Lehrer mit elaborierten Vorstellungen einen anderen Chemieunterricht hinsichtlich der Umsetzung von *Scientific Inquiry* gestalten (Dann, 1994; Fischler et al., 2002; Hashweh, 1996), dann ist ebenfalls zu prüfen, ob sich diese auf die Qualität der Umsetzung von *Scientific Inquiry* auswirkt. Dazu werden die Qualitätsmerkmale (Grade der Offenheit,

explizite Thematisierung der *Inquiry*-Phasen, metakognitive Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses) mit den Vorstellungen der Lehrkräfte in Verbindung gebracht.

Um die Fragestellungen zu legitimieren, muss zunächst geprüft werden, ob zwischen den Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und denen der Schülerinnen und Schüler ein direkter Zusammenhang besteht.

### **Fragestellung:**

Inwiefern gibt es einen Zusammenhang zwischen den Lehrervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und der Umsetzung von *Scientific Inquiry* in den Unterrichtsstunden im Fach Chemie in Deutschland und Schweden?

### **Hypothesen:**

H<sub>3,0</sub> Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert nicht mit dem Klassensummenscore der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* ( $r > \pm .5$ ;  $p \leq .05$ ).

H<sub>3,1</sub> Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten der *Inquiry*-Phasen ( $r > \pm .5$ ;  $p \leq .05$ ).

H<sub>3,2</sub> Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten offener Unterrichtsformen ( $r > \pm .5$ ;  $p \leq .05$ ).

H<sub>3,3</sub> Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer expliziten Umsetzung der *Inquiry*-Phasen ( $r > \pm .5$ ;  $p \leq .05$ ).

H<sub>3,4</sub> Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses ( $r > \pm .5$ ;  $p \leq .05$ ).

## 5.4 Zusammenhänge zwischen der Umsetzung von *Scientific Inquiry* und den Schülervorstellungen

Weiterhin soll der Zusammenhang zwischen der Umsetzung des Chemieunterrichts in Bezug auf *Scientific Inquiry* und den Schülervorstellungen überprüft werden. Dazu haben die Schü-

lerinnen und Schüler durch eine Fragebogenerhebung ihre Einschätzungen in Bezug auf Aspekte von *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* wiedergegeben.

Weiterhin stellt sich die Frage, ob auf der Ebene der Unterrichtsmerkmale (Grade der Offenheit, explizite Thematisierung der *Inquiry*-Phasen, metakognitive Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses) ein Zusammenhang zu den Schülervorstellungen besteht.

### **Fragestellung:**

Inwiefern gibt es einen Zusammenhang zwischen der Umsetzung von *Scientific Inquiry* und den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* im Fach Chemie in den Ländern Deutschland und Schweden?

### **Hypothesen:**

H<sub>4,1</sub> Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten der *Inquiry*-Phasen ( $r_s, \tau < \pm .5; p \geq .05$ ).

H<sub>4,2</sub> Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten offener Unterrichtsformen ( $r_s, \tau < \pm .5; p \geq .05$ ).

H<sub>4,3</sub> Der Klassensummenscore hinsichtlich der Schülervorstellungen bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer expliziten Umsetzung der *Inquiry*-Phasen ( $r_s, \tau < \pm .5; p \geq .05$ ).

H<sub>4,4</sub> Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses ( $r_s, \tau < \pm .5; p \geq .05$ ).



## 6 Methoden

Im folgenden Kapitel steht die Thematisierung der Methodik im Vordergrund. Dabei werden zunächst die Stichproben beschrieben (6.1). Die Messinstrumente werden in Abschnitt 6.2 beschrieben. Im dritten Abschnitt werden die Anlage und Durchführung der Studie thematisiert (6.3). Schließlich werden im letzten Teil die in der Studie verwendeten statistischen Analysen erläutert (6.4).

### 6.1 Stichproben

Im Mittelpunkt dieser Studie steht die Identifikation von Handlungsmustern in Bezug auf die Umsetzung von *Scientific Inquiry*. Voraussetzung dafür ist der Vergleich von Umsetzungssituationen in unterschiedlichen Unterrichts- bzw. Schulsystemen (Baumert et al., 1997, Schmidt et al., 1996). Dabei steht die Analyse von Unterschieden und Gemeinsamkeiten zwischen diesen Systemen im Vordergrund. Weiterhin muss auch auf methodischer Ebene darauf geachtet werden, dass ein Länder- bzw. Gruppenvergleich möglich ist. Schwierigkeiten könnten demnach bei folgenden Bereichen entstehen (Rippl & Seipel, 2008, S. 75):

1. durch Unterschiede in der Stichprobenziehung
2. durch unterschiedliche Erhebungsbedingungen
3. durch unterschiedliche Interviewereffekte
4. durch ein unterschiedliches Niveau an Vertrautheit mit den eingesetzten Methoden
5. durch kulturspezifische Antworttendenzen (z.B. soziale Erwünschtheit, Ja-Sage-Tendenz oder Nutzung von Extremkategorien).

Im Folgenden wurde darauf geachtet, diese Probleme möglichst zu minimieren. So wurde die Variable Alter hinsichtlich des kulturspezifischen Vergleichs konstant gehalten. Für einen Vergleich zwischen Schweden und der deutschen Sekundarstufe I wurden Unterrichtsvideos im Fach Chemie in der 9. Jahrgangsstufe schwedischer Grundschulen und in der 9. und 10. Jahrgangsstufe der Sekundarstufe I von Berliner Gymnasien aufgenommen. Für den Schulstufenvergleich zwischen der Sekundarstufe I und II wurde zusätzlich der Chemieunterricht der 11. und 12. Jahrgangsstufe der Sekundarstufe II von Berliner Gymnasien videografiert. In Bezug auf die Auswahl des Themas der gefilmten Unterrichtsstunden wurden den Lehrkräften keine Vorgaben gemacht, es sollte allerdings eine naturwissenschaftliche Untersuchung eingebunden werden. Ein Unterrichtsvideo umfasst also meist eine Doppelstunde bzw. zwei Einzelstunden. Insgesamt umfasst die Anzahl der gefilmten Schülerinnen und Schüler  $N = 832$ . Wie sich das auf die einzelnen Stichproben verteilt, wird im Folgenden berichtet.

## 6.1.1 Beschreibung der Stichproben in Deutschland

Die deutschen Stichproben setzt sich aus  $N = 27$  gefilmten Klassen (Sek I = 17 Unterrichtsvideos; Sek II = 10 Unterrichtsvideos) zusammen. Dabei zählen die Klassen der Sekundarstufe I  $N = 364$  Schülerinnen und Schüler (11 Klassen der 9. Jahrgangsstufe, 6 Klassen der 10. Klassenstufe) und der Sekundarstufe II  $N = 163$  Schülerinnen und Schüler (9 Grundkurse der 11. Jahrgangsstufe; 1 Leistungskurs der 12. Jahrgangsstufe). An der anschließenden Befragung nahmen weitaus mehr Schülerinnen und Schüler teil (Sekundarstufe I:  $N = 862$ ; Alter: 15,3; 62,2 % weiblich; Sekundarstufe II:  $N = 213$ ; Alter: 16,8; 52,8 % weiblich).

Die Stichprobe der Sekundarstufe I beinhaltet weitaus mehr Schülerinnen und Schüler als die Stichprobe der Sekundarstufe II. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Kurse der Sekundarstufe II sehr viel kleiner als die Klassenverbände waren. Zum anderen stellte aber die Verfügbarkeit von Grund- und Leistungskursen ein Hindernis in Bezug auf die Akquise dar (Abschnitt 6.3.2).

Folgende Themen wurden in den videografierten Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I und II behandelt (Tab. 6.1 und Tab. 6.2):

**Tabelle 6.1:** Themenauswahl der Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I.

Thema	Anzahl der Unterrichtsvideos
Untersuchung von Rohrreinigern	1
Nachweis von Aldosen mittels der Silberspiegelprobe	1
alkoholische Gärung	1
Synthese eines Aldehyds durch die Reaktion von Kupferoxid mit 1-Propanol	1
Explosionsbereich von Benzin	1
Wirkung von Seife	2
Säuren und deren Struktur, Eigenschaften, Herstellung und Verwendung	2
Erdölprodukte	3
Fette und Veresterung	5

**Tabelle 6.2:** Themenauswahl der Unterrichtsvideos der Sekundarstufe II.

<b>Thema</b>	<b>Anzahl der Unterrichtsvideos</b>
Einfluss von Temperatur auf chemische Gleichgewichte	1
Herstellung und Darstellung eines Kunststoffes	1
Wirkungsweise von Katalysatoren	1
Eigenschaften und Vorkommen verschiedener Farbstoffe	1
Färbung des Rotkohllindikators	1
Darstellung und Herstellung von Indigo	1
Darstellung und Herstellung von Triphenylmethanfarbstoffe	1
Farbveränderung eines Chromophors	1
Nachweisreaktionen verschiedener funktioneller organischer Gruppen	2

### 6.1.2 Beschreibung der Stichprobe in Schweden

Die schwedische Stichprobe umfasst N = 19 gefilmte Klassen mit insgesamt N = 305 Schülerinnen und Schülern. An der Schülerbefragung haben N = 229 Schülerinnen und Schüler teilgenommen (Alter: 16,1; 45,8 % weiblich)

Die Unterrichtsthemen der gefilmten Chemiestunden waren Folgende (Tab. 6.3):

**Tabelle 6.3:** Themenauswahl der Unterrichtsvideos in Schweden.

<b>Thema</b>	<b>Anzahl der Unterrichtsvideos</b>
Funktionsweise einer Batterie	1
Elektrochemisches Ätzen von Metall	1
Trennung von Eisen aus Eisenerz	1
Herstellung von amorphem Kohlenstoff	2
Flammenfärbung	2
DNA-Isolierung aus Kiwis	2
Ionennachweise	3
Elektrolyse mit Kupfersulfat	3
Eigenschaften und Reaktionen mit Lithium	4

## 6.2 Messinstrumente

Zur Untersuchung der zugrunde liegenden Fragestellungen ist der Einsatz der Videoanalyse sowie von Fragebögen sinnvoll. Die Entwicklung möglichst objektiver, reliabler und valider Instrumente wird im Folgenden dokumentiert.

### 6.2.1 Videoanalyse

„Die Ordnung liegt in dem von den Handelnden gemeinsam konstruierten Kontext. Deswegen steht die Beobachtung von Handlungen und Aktivitäten in ihrem natürlichen Kontext im Mittelpunkt der methodischen Vorgehensweise (...)“ (Knoblauch, 2000, S. 166). Was Knoblauch (2000) hier am Beispiel von so genannten *Workplace Studies* aus soziologischer Sicht beschreibt, kann ebenso auf unterrichtliche Situationen bezogen werden, die es in kontextueller Weise am besten mit der Methode der Videoanalyse zu beobachten gilt.

Generell sind Videostudien bzw. ist die Videoanalyse „a complex methodological approach, which enables the employing of a number of various strategies, methods or techniques for generating, collecting and analysing video data“ (Janík et al., 2009; S. 7). Darüber hinaus kann die Videoanalyse Phänomene sichtbar machen, die mit anderen Analysen kombiniert werden können (Derry, 2007). Weiterhin ist die Videoanalyse eine vielfältige Erfassungsmethode und findet daher auch in allen gesellschafts- und sozialwissenschaftlichen Bereichen Verwendung (Schnettler & Knoblauch, 2009). Um ein Verständnis über die Methode der Videoanalyse zu erhalten, müssen bestimmte Inhalte wie unterschiedliche Beobachtungsebenen, Vor- und Nachteile von Videostudien sowie Aspekte der Durchführung, Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten betrachtet werden.

#### *Beobachtungsebenen*

Beobachtungen von Unterrichtssituationen können zur Identifikation unterrichtlicher Muster beitragen. Dabei müssen zunächst die Ebenen unterrichtlichen Handelns unterschieden werden (Rosenshine, 1970). Es gibt einerseits leicht beobachtbares unterrichtliches Handeln, das einen niedrigen Grad an Interpretation beansprucht. Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Lern- und Unterrichtsprozessen (Abb. 2.3) ist hierbei die Beobachtung der Sichtstruktur gemeint. Erfolgt die Analyse von Unterricht auf niedrig-inferenter Ebene, wird diese als die objektivere Variante angesehen (Petko, Waldis, Pauli, & Reusser, 2003; Rosenshine, 1970), da hier der Beurteilende nur in geringem Ausmaß eine Fehlerquelle darstellt (Clausen, 2002; Clausen et al., 2003).

Während die Sichtstruktur des Unterrichts im englischsprachigen Raum auch einheitlich *sight structure* (Oser & Baeriswyl, 2001) oder *surface structure* (Marton & Säljö, 1976; Chomsky, 1965) genannt wird, werden in deutschen Publikationen zu dem Thema unterschiedliche Begriffe verwendet. Einige Autorinnen und Autoren sprechen sowohl von Oberflächenstrukturen

(Hugener et al., 2007; Kunter & Baumert, 2006) oder Oberflächenmerkmalen (Reyer, 2004) als auch von der Außensicht (Seidel, 2003).

Andererseits lassen sich einige Aspekte unterrichtlichen Handelns (wie beispielsweise die Unterrichtsqualität) nur schwer beobachten. Diese werden vielmehr durch Beurteilungen identifiziert, die einen weiten Interpretationsradius abstecken und hoch-inferent sind (Clausen, Reusser, & Klieme, 2003; Hugener, Pauli, & Reusser, 2006; Seidel, 2005). Diese Beobachtungen bewegen sich eher auf der Ebene der Tiefenstruktur – vergleichbar mit den Komponenten der Basismodelle (Oser & Patry, 1990). Sie sind nicht sichtbar, sondern nur interpretierbar (Reyer, 2004). Die Tiefenstruktur wird in einigen Studien auch als Innensicht bezeichnet (Seidel, 2003). Hierbei wird von der Beobachterin oder vom Beobachter – oder eher von der Beurteilerin bzw. vom Beurteiler – verlangt, das konkret beobachtete Verhalten oder auch das zu verschiedenen Zeitpunkten beobachtete Verhalten zu einem Urteil zu subsumieren, also das Verhalten auf eine Meta-Ebene zu heben und auf behavioristische Eigenschaften zurückzuführen (Rosenshine, 1970). Hoch-inferente Untersuchungen können im Gegensatz zu niedrig-inferenten Studien bessere Zusammenhänge mit Schulleistungen und Qualitätskriterien herstellen (Clausen et al., 2003; Fraser & Fisher, 1982; Rosenshine, 1970).

### *Das „Für und Wider“ der Videoanalyse*

Bereits Anfang der 1970er Jahre kritisierte Rosenshine (1970) die einseitige Verwendung von Beobachtungsinstrumenten und stellte bei einem damals sehr sichtstrukturorientierten Forschungsparadigma die Vorteile des hoch-inferenten Ratings dar. Der Schluss liegt nahe, dass bei der Untersuchung und Identifikation von unterrichtlichen Handlungsmustern beide Ebenen betrachtet werden müssen. Aussagen über die Organisation unterrichtlichen Handelns, aber auch über die Qualität der Organisation werden dadurch ermöglicht.

In der empirischen Bildungsforschung stellt die Beobachtung von Unterricht in Form der Videoanalyse eine der anerkanntesten Möglichkeiten dar. Allerdings weist diese Datenquelle auch Nachteile im Vergleich zu wahrnehmungsorientierten Untersuchungen wie Befragungen und Interviews auf (Seidel et al., 2006a). Ausschlaggebendes Argument gegen den Einsatz der Videoanalyse ist vor allem der erhebliche personelle und monetäre Aufwand (Roschelle, 2000; Hiebert et al., 2003). Howard, Maxwell, Weiner, Boyton & Rooney (1980) zeigen darüber hinaus, dass die Beobachtung von Unterricht mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist: Zum einen ist jede Unterrichtssituation in sich gesehen ein Unikat und weist viele – auch natürliche – Variationen auf (Bem & Allen, 1974). Dies kann mit der Videomethode nur begrenzt dargestellt werden (Clausen, 2002; Cronbach, Gleser, Nanda, & Rajaratnam, 1972). Weiterhin wird die Beobachtung einer Wissenschaftlerin oder eines Wissenschaftlers eventuell als störend wahrgenommen bzw. verändert die Unterrichtssituation so, dass das beobachtbare Verhalten ein anderes ist, als das in einer natürlichen Situation (Webb, Campbell, Schwartz, & Sechrest, 2000). Webb et al. (2000, S. 114) erklären dies folgendermaßen: „The

patently visible observer can produce changes in behavior that diminish the validity of comparisons“.

Die so genannte *obtrusive observation* (Rubin & Babbie, 2010) kann nicht nur das Verhalten von Schülerinnen und Schülern beeinflussen, sondern hat auch Einfluss auf das Handeln der Lehrkraft. Diese könnte sich beispielsweise aufgrund der Beobachtungssituation anders und intensiver auf den Unterricht vorbereiten, eine andere Interaktionstiefe mit den Schülerinnen und Schülern eingehen oder diese anders stark bei ihren Lernprozessen unterstützen. Folglich könnte somit die beobachtete Unterrichtsstunde von üblichen, nicht beobachteten Stunden positiv abweichen (Clausen, 2002). In der deutschen und schweizerischen Mathematikunterricht vergleichenden Videostudie (Pauli & Reusser, 2003) wird allerdings die Gefahr einer intensiveren Vorbereitung als gering betrachtet. Die Vorbereitungszeit erhöht sich lediglich durchschnittlich um vier Minuten. Auch die mögliche Verzerrung des unterrichtlichen Handelns durch eine stärkere Interaktionstiefe kann widerlegt werden. So geben 88 % der Lehrkräfte an, dass sie die in der gefilmten Unterrichtsstunde verwendeten Lehrformen auch in ihrem normalen Unterricht häufig bis fast immer nutzten. Die Lehrkräfte würden eher ein Risiko eingehen, wenn sie Lehrformen einsetzen, mit denen sie wenig Erfahrungen hätte bzw. welche untypisch für sie wären. Auch das Anspruchsniveau sei auf gleichem Level geblieben. 86 % der Lehrpersonen geben an, dass sich die gefilmte Unterrichtsstunde nicht vom üblichen Unterricht unterschieden habe (Petko et al., 2003).

Bei der Analyse von Unterricht bzw. einzelner Unterrichtsstunden hingegen muss auch beachtet werden, dass es sich bei diesen Aufnahmen nur um Ausschnitte der Realität handelt, wobei nur das beobachtete Verhalten interpretiert werden kann (Krammer & Reusser, 2005). Jehle und Schluß (2012) warnen ebenfalls vor einer übertriebenen Angst in Bezug auf die Gefahr einer unterrichtlichen Inszenierung. Sie argumentieren, dass zum einen nach kurzer Zeit ein Gewöhnungseffekt der Lehrenden als auch der Lernenden einsetzt. Zum anderen zeigt sich, dass die Konzentration auf den Unterricht nicht durch Videoaufzeichnungen gestört werden (Helmke, 2012). Weiterhin machen Schluß und Jehle (2013) bewusst, dass auch Unterricht im Allgemeinen ein inszeniertes Geschehen darstellt. Zwar könnte sich eine Verstärkung des inszenierten Verhaltens ergeben, aber Videoaufzeichnungen sind nicht für die Erzeugung von Inszenierungen verantwortlich. Darüber hinaus ist der Unterricht von routinierten und unbewussten Handlungsmustern, die es im Übrigen zu beobachten und untersuchen gilt, geprägt, die auch durch die Anwesenheit von Kameras und unterrichtsfremden Personen nicht veränderlich sind.

Neben möglichen Einschränkungen gibt es aber auch viele Gründe für Unterrichtsbeobachtungen. Sie stellen meist die einfachste Methode dar, um neutral und objektiv Merkmale von Unterricht zu erfassen (Clausen, 2002). Unterricht zu beobachten, kann als die einzige Methode angesehen werden, um den Unterrichtsverlauf, Unterrichtsskripts und somit die Handlungsmuster bestimmter Unterrichtsfächer zu ermitteln (Seidel & Prenzel, 2006). Dadurch werden die hohe Komplexität und Geschwindigkeit des Geschehens und die außerordentliche Interaktionsdichte im Unterricht für eine differenzierte Untersuchung zugänglich (Blömeke et

al., 2003). Darüber hinaus ist das Wissen und Verständnis über unterrichtliches Handeln ohne eine systematische Beobachtung von Unterricht undenkbar und daher beispielsweise in Form der Videoanalyse notwendig (Aufschnaiter & Welzel, 2001; Seidel et al., 2006a).

Unterrichtsgeschehen zu beobachten und zu dokumentieren, stellt keine neue Untersuchungsmethode dar, doch kommt sie in Bezug auf die Erfassung von Unterrichtsprozessen bereits früh an ihre Grenzen (Pauli & Reusser, 2006; Schnettler & Knoblauch, 2009). Direkte Unterrichtsbeobachtung durch eine bzw. einen oder mehrere Beurteilerinnen und Beurteiler kann nur *just in time* aufgezeichnet werden. Sobald Unterrichtsphasen bzw. -stunden beendet sind, stehen nur noch die ausgefüllten Protokolle für eine Analyse des Unterrichts zur Verfügung. Die Entwicklung der Videotechnik konnte die Grenzen der Unterrichtsbeobachtung deutlich erweitern (Aufschnaiter & Welzel, 2001). Doch auch die Beobachtung von Unterricht mit Hilfe von Videotechnik ist keineswegs neu. Allerdings waren die praxisnahe Unterrichtsbeobachtung und Unterrichtsbeurteilung – abgesehen von einigen Ausnahmen – lange Zeit auf die Lehrerausbildung beschränkt (Blömeke et al., 2003; Keuffer, 2010; Sherin, 2004) bzw. bezogen sich auf die Analyse sprachlicher Muster (Stigler et al., 2000). Zur Verfügung standen dazu oft Studios, die bereits vor rund 40 Jahren Unterrichtsprozesse aufzeichneten (Schluß & Jehle, 2013). Die hohen Kosten und die Verlagerung des Unterrichts aus einer normalerweise natürlichen Umgebung in ein künstliches Klassenzimmer, schränkten die Analysen und die daraus resultierenden Aussagen allerdings deutlich ein (Aufschnaiter & Welzel, 2001). Seit den 1990er Jahren ist es durch die verbesserte Technik möglich, den Unterricht im realen Klassenraum stattfinden zu lassen und gleichzeitig relativ störungsfrei festzuhalten (Aufschnaiter & Welzel, 2001; Petko et al., 2003). Daher ist heutzutage der Funktionsradius von Videoanalysen in der empirischen Bildungsforschung weitaus größer (Petko et al., 2003). Auf diese Weise kann der Unterrichtsverlauf und damit verbundene Unterrichtsskripts der Lehrenden und Lernenden ohne Verluste rekonstruiert werden, wozu einzelne Beobachterinnen und Beobachter aufgrund der Komplexität von Unterricht gar nicht in der Lage wären.

Allerdings wurden erst in Folge der TIMS-Videostudien 1995 und 1999 die Vorteile von Unterrichtsbeobachtungen global (an)erkannt und die daraus hervorgehenden Ergebnisse der Videoanalysen international bekannt (Pauli & Reusser, 2006; Seidel et al., 2006a). Im Gegensatz zu anderen Methoden, wie der Befragung und dem Interview, die zwar wesentlich weniger zeit- und kostenaufwendig sind, sich aber ausschließlich auf die inneren (subjektiv wahrgenommenen) kognitiven, emotionalen und motivationalen Zustände handelnder Personen beschränken, können Unterrichtsbeobachtungen Aufschlüsse über den exakten Unterrichtsverlauf geben und gleichzeitig aufzeigen, was hinsichtlich der Außensicht in der Unterrichtssituation passiert (Aufschnaiter & Welzel, 2001; Petko et al., 2003; Reusser & Pauli, 2003). Die hochkomplexen Prozesse unterrichtlicher Handlungen konnten somit untersuchbar gemacht werden (Hiebert et al., 2003). „Dass dabei immer nur bestimmte Aspekte eines Interaktionszusammenhangs unter Vernachlässigung anderer einer Interpretation unterzogen werden können, ist (...) sehr wohl bewusst; eine sämtliche Aspekte eines Interaktionszusammenhangs

berücksichtigende Analyse erscheint angesichts der (...) konstatierten ‚Überkomplexität videographischer Daten‘ allerdings auch schwer denkbar (Jehle & Schluß, 2012, S. 24)“.

Zusätzlich stellt die hohe Objektivität und hohe Reliabilität (zumindest bei niedrig-inferenter Videobeobachtung) einen großen Vorteil innerhalb der Beobachterwahrnehmungen dar (Clausen et al., 2003). Dabei werden für die Kodiererinnen und Kodierer, also die Personen, die den einzelnen Videopassagen bestimmten Kategorien zuordnen (Bortz & Döring, 2006), Beobachtungsinstrumente entwickelt, die möglichst genau Unterrichtssituationen beschreiben und Kodierbeispiele angeben. Dadurch zeigen sich im Idealfall bei absolviertem Training und ausreichender Qualität gute Beurteilerübereinstimmungen der Kodiervariablen (Petko et al., 2003). Weitere Informationen dazu werden in Abschnitt 6.2.2 gegeben.

Videoanalysen machen es darüber hinaus durch (digitale) Videokameras und spezielle Software möglich, die Sicht- und Tiefenstruktur von Unterricht zu analysieren bzw. qualitative und quantitative Analysen zu kombinieren (Hiebert et al., 2003; Roth, 2009). Weiterhin haben sich zum einen Videoanalysen in Studien bewährt, die die Ausprägungen unterrichtlicher Handlungsweisen systematisch erfassen (Seidel et al., 2006). Zum anderen können die Analysen gespeichert und wiederholt sowie von mehreren Kodierenden – sowohl zeit- als auch personenunabhängig – untersucht und überprüft werden (Helmke, 2005; Hiebert et al., 2003; Klette, 2009; Reusser & Pauli, 2003; Schnettler & Knoblauch, 2009). Außerdem können unterschiedliche Fragestellungen zu einem späteren Zeitpunkt anhand der erhobenen Unterrichtssequenzen beantwortet werden, sowohl von der ursprünglichen als auch von anderen Forschungsgruppen (Schnettler & Knoblauch, 2009).

Zur Veränderung und Verbesserung von Unterricht können die Videodaten und die gewonnenen Erkenntnisse visuell so aufbereitet werden, dass sie für die Lehrerbildung verwendet werden und Veränderungsimpulse besser umgesetzt werden können (Alonzo, Kobarg, & Seidel, 2012; Brophy, 2007; Hiebert et al., 2003; Keuffer, 2010; Sherin, 2004). Verläufe anderer Unterrichtsfächer dabei können dargestellt, verstanden und verglichen werden (Seidel, et al., 2006a).

Durch das Aufkommen der digitalen Videotechnik ist es erst möglich, mit Hilfe von Auswertungsprogrammen wie Videograph© (Rimmele, 2008) oder Observer XT (Zimmerman, Bolhuis, Willemsen, Meyer, & Noldus, 2009) immer unkomplizierter Unterricht systematisch und kategoriengeleitet zu analysieren. Die sehr umfangreichen und ansonsten früher sehr kostspieligen Transskriptions- und Kodierarbeiten können durch die neuen technologischen Möglichkeiten erheblich erleichtert werden. Darüber hinaus sind die Kodiererergebnisse heutzutage fehlerfreier, objektiver und kontrollierbarer (Wild, 2003). „Aus dieser dichten Verbindung von (a) digitalem Videomaterial, (b) computergestützten Kodierarbeiten und den (c) klassischen statistischen (...) Analyseprogrammen eröffnete sich vor einigen Jahren ein deutlich verbesserter und ökonomischerer Zugang zur wissenschaftlichen Auswertung von Videomaterial“ (Wild, 2003, S. 99).

Auf der inhaltlichen Ebene fasst Klette (2009; S. 64) die Vorteile der Videoanalyse zusammen und nennt verschiedene Aspekte des Unterrichts, die nur mit Hilfe der Videoanalyse



sichtbar gemacht werden können. Erstens ist es durch die technologische Entwicklung möglich, Unterrichtssituationen wiederholt zu prüfen. Gleichzeitig können ein und dieselbe Aufnahme aus verschiedenen Perspektiven und mit unterschiedlichen Fragestellungen betrachtet werden. Zweitens können Unterrichtsvideos unterschiedlich bearbeitet werden. So können auf qualitativer Ebene nur kurze Ausschnitte analysiert und andererseits ganze Unterrichtssequenzen Forschungsinhalt sein. Drittens ist die Aufnahme von Unterrichtsvideos mit festen Kameras und Mikrofonen meist die einfachste Möglichkeit, Unterricht zu beobachten. Viertens macht es die Videoanalyse möglich, die Aufnahme und die Analyse von Unterricht zeitlich flexibel zu gestalten. Fünftens können Videodaten geteilt werden, wodurch Forschungslücken sowohl auf fachdidaktischer, auf pädagogischer als auch auf psychologischer Ebene schneller und ganzheitlich geschlossen werden können.

Roth (2009, S. 25f) beantwortet hingegen die Frage, warum die Methode der Videoanalyse zum internationalen Vergleich von naturwissenschaftlichem Unterricht notwendig ist:

1. Video enables more precise, complete, and subtle analyses of science teaching.
2. Video allows for collaborative analysis across countries, bringing more perspectives to the code development, coding, analysis processes.
3. Video enables high inter-rater agreement and more objective coding.
4. Video enables both qualitative and quantitative analysis of science teaching.
5. Video preserves data for future use.

### *Erhebung von Videoaufnahmen*

In erster Linie ist es wichtig zu verstehen, dass Videoaufnahmen Rohdaten darstellen; sie stellen somit lediglich die Quelle für Ergebnisdaten dar. Dabei gilt es, diese Quelle an unterrichtlichen Situationen für die Forscherin oder den Forscher so eindringlich und real wie möglich zu machen. Grundidee ist, dass im Mittelpunkt neuer technologischer Entwicklung der Prozess der Datenanalyse stets in der Hand der Forscherinnen und Forscher liegt (Erickson, 2006).

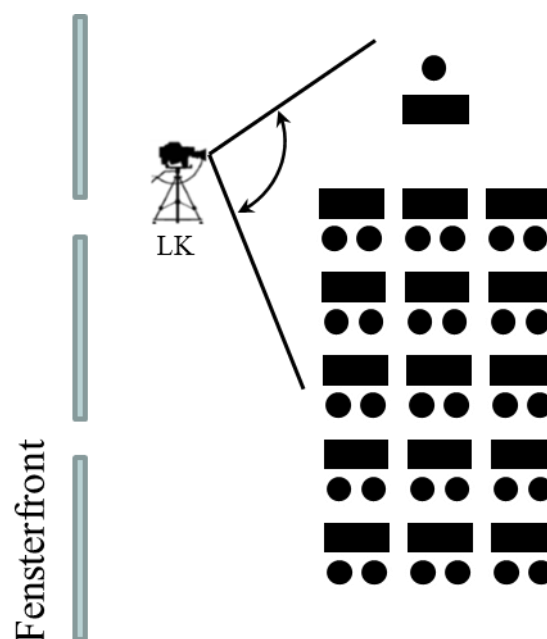
Videodaten zu erheben ist daher nicht trivial, deshalb ist es notwendig, einige audiovisuelle Aspekte zu beachten. Hall (2000) macht darauf aufmerksam, dass bisher sehr wenig über die Erhebung, Beobachtung und Interpretation von Videodaten bekannt ist. Daher stellt er die Bedeutung einer Standardisierung von Videoaufnahmen in den Mittelpunkt. Erst diese Standardisierung ermöglicht eine nach der Aufnahme zuverlässige und qualitativ hochwertige Auswertung und Interpretation der Videodaten (Hall, 2000). Weiterhin müssen die Unterrichtsvideos untereinander vergleichbar und daher auch standardisiert sein (Petko, 2006; Seidel, Dalehefte, Meyer, 2003).

Generell werden Kameras verwendet, die auf einem Stativ oder *Tripod* befestigt und schwenkbar sind (Hall, 2007). Zum einen kann die Art der Kamera in Bezug auf das Aufnahmeobjekt unterschieden werden, zum anderen können diese Kameras unterschiedlich posi-

tioniert werden. Je nach inhaltlichem Fokus und Studiendesign können diese Aspekte variieren, dennoch gilt es diese innerhalb einer Videostudie zu vereinheitlichen.

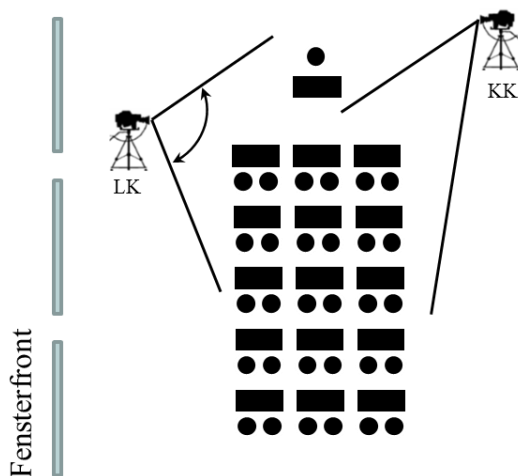
In Bezug auf die Arten der Kameras differenziert man zwischen Lehrerkamera, Klassenkamera und Schülerkamera (Clarke et al., 2006b; Clarke et al., 2009). Die Lehrerkamera hat in erster Linie die Funktion, die Aktivitäten der Lehrkraft zu erfassen. Darüber hinaus fängt sie auch durch Schwenken der Kamera Lehrer-Schüler-Interaktionen auf und weitere für den Unterricht charakteristische Tätigkeiten (Seidel et al., 2003). Dabei ist zu beachten, dass die Kamera nicht direkt vor die Schülerinnen und Schüler positioniert wird, weil aufgrund der Auffälligkeit der Kamera Beobachtungseffekte erzeugt werden könnten und dies eventuell die Lehr-Lernsituation verändert (Abb. 6.1). Die Position der Kamera sollte eher so gewählt werden, dass die Lehrkraft schräg von vorne bzw. von der Seite aufgenommen werden kann (Petko, 2006; Seidel et al., 2003). Petko et al. (2003) geben an, dass die Lehrerkamera auch vorzugsweise im hinteren Teil des Klassenzimmer positioniert werden kann.

Während der Schülerarbeitsphasen kann die Lehrerkamera auch dazu verwendet werden, Schülerinnen und Schüler durch Nahaufnahmen zu erfassen. Dabei ist wiederum zu beachten, dass immer nur eine (vorzugsweise die am besten beobachtbare und sich an der Lehrerkamera am nächsten befindliche) Schülergruppe zu filmen ist. Diese fungiert während der gesamten Schülerarbeitsphase als Referenz- oder Primärgruppe (Seidel et al. 2003). Seidel et al. (2003) nennen zwei Vorteile der Wahl einer Primärgruppe. Zum einen können die Schülerinnen und Schüler akustisch sehr gut erfasst werden, da das Mikrofon der Kamera sie direkt aufnimmt. Zum anderen ist die Schülergruppe auch bildlich direkt zu erfassen, weil nur sie im Fokus der Aufnahme steht. Die erleichtert später die Analyse der Videodaten, weil die Kodiererin bzw. der Kodierer genau weiß, welche Gruppe zu analysieren ist.

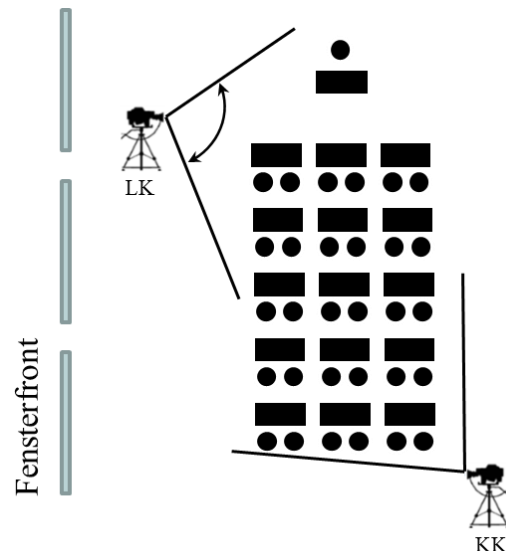


**Abbildung 6.1:** Position der Lehrerkamera; nach Seidel et al. (2003); Aufschnaiter und Rogge (2010); LK = Lehrerkamera.

Die Klassenkamera hingegen erfasst Aktivitäten der gesamten Klasse. Die Position der Klassenkamera liegt etwas höher, meist in einer Ecke im vorderen Teil des Klassenzimmers (Abb. 6.2). Sie wird nicht bewegt (Seidel et al., 2003). Es kann von der Lehrkraft und von den Schülerinnen und Schülern als problematisch empfunden werden, wenn sowohl die Lehrerkamera als auch die Klassenkamera im vorderen Teil des Klassenraums positioniert sind. Dadurch wären gewisse Kameraeffekte möglich, was wiederum die unterrichtlichen Situationen zusätzlich verzerren kann (Petko et al. 2003). Abhilfe kann dadurch geschaffen werden, indem man eine der Kameras im hinteren Teil des Klassenzimmers positioniert. Wie bereits erwähnt, wählt Petko et al. 2006 dazu die Lehrerkamera aus (Abb. 6.3). Das kann sich aber auch als problematisch erweisen, wenn die Aktivitäten der Lehrperson im Vordergrund stehen. Daher wird die Klassenkamera auch in einigen Studien als Notfall- oder Backupkamera betrachtet (Seidel et al., 2003).



**Abbildung 6.2:** Position der Klassenkamera im vorderen Teil des Raumes; nach Seidel et al. (2003); LK = Lehrerkamera; KK = Klassenkamera.

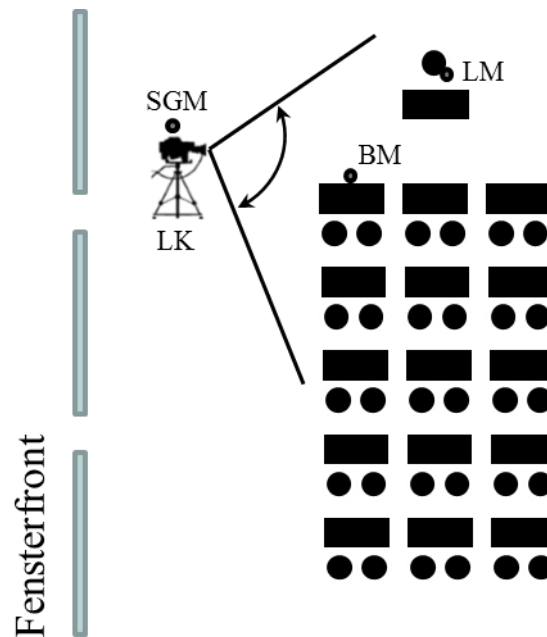


**Abbildung 6.3:** Position der Klassenkamera im hinteren Teil des Raumes; nach Seidel et al. (2003); LK = Lehrerkamera; KK = Klassenkamera.

In Studien – wie der *Learner Perspective Study* (Clarke et al., 2006a) – wird zusätzlich eine Schülerkamera verwendet. Diese Schülerkamera hat vor allem die Funktion, die Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler während der Gruppen- und Einzelarbeitsphasen zu filmen. Diese Kamera ist ebenfalls fest montiert und erfasst die zu beobachtenden Schülerinnen und Schüler von der Seite oder von vorne. Diese Kamera ist ausschließlich dafür ausgelegt, die Schüleraktivitäten festzuhalten und erhebt daher mehr Informationen als die anderen beiden Kameras (Clarke et al., 2009). Das verhindert aber gleichzeitig die Erfassung der Lehreraktivitäten und ist daher nur sinnvoll einsetzbar, wenn Schüleraktivitäten im Fokus stehen.

In Bezug auf die akustische Aufnahme können drei unterschiedliche Arten von Mikrofonen unterschieden werden (Abb. 6.4): *Directional* oder *shot gun* Mikrofone, *boundary* oder *pressure-zone* Mikrofone und *lavalier* Mikrofone. Die *shot gun* Mikrofone befinden sich meist

auf den Kameras. Sie sind sehr leistungsstark und erfassen den Ton aus der Richtung, in die die Kamera gerichtet ist. Die *boundary* Mikrofone sind meistens an einem festen Platz des Klassenzimmers positioniert und nehmen ebenfalls einen großen Anteil der Töne auf (Hall, 2007). Es bietet sich an dieses Mikrofon in der Nähe der potentiellen Referenzgruppe im Fall einer selbstständigen Schülerarbeit zu montieren (Seidel et al, 2003). Die *lavalier* Mikrofone sind meist an der Lehrkraft oder an den Schülerinnen und Schülern (wenn diese z.B. in Kleingruppenarbeit im Fokus stehen) befestigt (Hall, 2007).



**Abbildung 6.4:** Position der Mikrofone; nach Hall (2007); SGM = *shot gun* Mikrofon; BM = *boundary* Mikrofon; LM = *lavalier* Mikrofon.

Generell gilt, dass die Anzahl und die Position der Kameras und Mikrofone immer von der Fragestellung und der, der Studie zugrundeliegenden Theorie bestimmt werden (Barron & Engle, 2007; Derry et al., 2010; Hall, 2000; Rechertz & Englert, 2011; Walpuski & Sumfleth, 2009).

### *Entwicklung und Struktur von Kodiermanualen*

Erst die Analyse der Videoaufnahmen ermöglicht die Generierung von Ergebnissen (Derry et al., 2010; Erickson, 2006). Um den Unterricht theoriegeleitet analysieren zu können, bedarf es daher eines Systems, auf das sich der oder die Forschende beziehen kann. Diese Systeme nennt man Kodierschema, Kodiersysteme, Kodiermanualen oder Kategoriensysteme. Wie bereits erwähnt, lassen sich verschiedene Beobachtungsebenen in Form von niedrig-inferenten bzw. hoch-inferenten Kodiersysteme unterscheiden. Die Unterscheidung von niedrig-inferenten und hoch-inferenten Instrumenten kann auch in Form von Kategoriensystemen und

*rating systems* geschehen, wobei sowohl das Auftreten bestimmter Unterrichtsaspekte als auch die Qualität des Auftretens untersucht werden kann (Petko et al., 2003; Rosenshine, 1970).

In dieser Arbeit steht die Analyse mit Kategoriensystemen im Vordergrund. Generell ermöglichen Kategoriensysteme in Form von Kodiermanualen die Diskussion über das erwartete Verhalten sowohl der Lehrkräfte als auch der Schülerinnen und Schüler.

Das entscheidende Argument für diese Art der Analyse ist allerdings, dass Kodiermanualen „contribute to make your analytical approaches and stances public, traceable and visible (Klette, 2009, S. 70)“. Somit werden die Forschenden dazu angehalten, die Grenzen zum Verständnis der theoretischen Konzepte zu definieren und explizit darzustellen (Klette, 2009).

In diesem Zusammenhang ist bei der Analyse von Unterrichtsvideos mit Hilfe des zu entwickelnden Kategoriensystems zu entscheiden, welche Analyseeinheit für die Beantwortung der Forschungsfragen am geeignetsten ist. Lemke (2000) macht darauf aufmerksam, dass unterschiedliche beobachtete Zeiträume auch unterschiedliche Analysen zur Folge haben und demzufolge auch andere Interpretationen ermöglichen. Dabei unterscheidet er beispielsweise im Rahmen der Beobachtung unterrichtlicher Muster zwischen *Austausch*, *Episode*, *Unterrichtsstunde* und *Unterrichtseinheit*. Während der *Austausch* (z.B. in Form eines Dialogs oder einer Geste zwischen Lehrenden und Lernenden) nur wenige Sekunden bis Minuten andauert, umfasst die *Episode* bereits rund 15 Minuten, die eine thematische oder funktionelle Einheit darstellen kann. Die *Unterrichtsstunde* umfasst je nach Nationalität 45-60 Minuten, in der auch curriculare und systematische Aspekte von Unterricht erfasst werden können, während mit der Analyse einer *Unterrichtseinheit* bereits Aussagen getroffen werden können, die sich auf große thematische und funktionale curriculare Einheiten beziehen. Klette (2009) bezeichnet die Analyse dieser Ebenen als *micro*-, *meso*- und *macro*-Analyse, wobei die *meso*-Ebene die Unterrichtsstunde betrachtet.

Weiterhin unterscheidet man zwischen *time-sampling* und *event-sampling* (Bakeman & Gottman, 1994; Walpuski & Sumpfleth, 2007). In Bezug auf das *time-sampling* werden die Analyseeinheiten in sehr kleine, zeitlich gleich lange Abschnitte gegliedert und die verwendeten Kategorien werden beispielsweise in 10-Sekunden-Intervallen je nach Auftreten kodiert. In Bezug auf das *event-sampling* werden die Analyseeinheiten nicht zeitlich untergliedert, sondern die Anfangs- und Endpunkte der Kategorien je nach Auftreten präzise bestimmt (Petko et al., 2003; Waldis, 2010; Walpuski & Sumpfleth, 2009). Unabhängig von der Wahl des *samplings* erhält man Daten, die das Auftreten bestimmter Merkmale im Unterricht wieder spiegeln. Auf dieser Grundlage ist es möglich, über statistische Verfahren diese Daten zu vergleichen (Walpuski & Sumpfleth, 2009). *Event*- und *time-sampling* unterscheidet sich innerhalb der zeitlichen Betrachtung. Während event-basierte Analysen eher kontinuierliche Aufnahmen betrachten, werden während des *time-samplings* einzelne nebeneinanderstehende Momentaufnahmen kodiert. Dies wirkt dann kontinuierlich, ist es aber nicht (Bakeman & Gottman, 1994). Oft wird bei Kategoriensystemen das *time-sampling* angewendet (z.B. Janík et al., 2006; Jatzwauk, Rumann, Sandmann, 2008; Schulz, 2011; Seidel & Prenzel, 2006;

Wadouh, Sandmann, & Neuhaus, 2009), da die Kodierung bei sehr vielen Kategorien leichter, ökonomischer und bei der Untersuchung in Bezug auf das Auftreten eines Merkmals am sinnvollsten ist (Walpuski & Sumfleth, 2009). Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass keine genauen Aussagen über den Beginn und das Ende bestimmter Ausprägungen gemacht werden können. Die event-basierte Kodierung ist zwar wesentlich aufwändiger, ermöglicht allerdings genauere Aussagen über zeitliche Abfolgen von auftretendem Verhalten (Petko et al., 2003).

Bezogen auf den Aufbau eines Kodiermanuals ist es meist so gestaltet, dass ein Verhalten einen übergeordneten Variablennamen erhält und diesem Verhalten einzelne Kategorien untergeordnet werden, die innerhalb dieses Aspektes auftreten können (Seidel, 2003). Dabei sind die Kategorien *mutually exclusive* und *exhaustive* zu kodieren. Das heißt, dass nur eine Kategorie pro Variable (*mutually exclusive*) kodiert werden kann, aber in Bezug auf die Vollständigkeit zusätzliche Kategorien anderer Variablen (*exhaustive; non-exclusive*) ausgewählt werden können (Bakeman & Gottman, 1997).

Zur Entwicklung eines Kategoriensystems kann entweder theoriegeleitet, also deduktiv, oder induktiv vorgegangen werden, in dem Unterrichtsvideos betrachtet und daraufhin beobachtbare Verhaltensvariablen aufgestellt werden. In der Realität wird ein Kategoriensystem meist durch eine Mischung beider Verfahren entwickelt (Bortz & Döring, 2006).

Die Schwierigkeit besteht nun darin, aufgrund der anspruchsvollen Spezifizierung und Definition von Verhaltensweisen die Kategorien des Kategoriensystems ausreichend zu operationalisieren (Rosenshine, 1970). Um ein für die Analyse von Unterrichtsvideos geeignetes Kategoriensystem zu entwickeln, bedarf es eines iterativen Prozesses an Operationen, in dem jeder Schritt für sich einen essentiellen Teil hinsichtlich der Entwicklung eines nutzbaren Instruments darstellt (Abb. 6.5).



**Abbildung 6.5:** Verfahren zur Entwicklung von Beobachtungsinstrumenten für die Analyse von Unterrichtsvideos nach Bos und Tarnai, 1999; Hugener et al., 2006.

Im Zuge der Erarbeitung von Kategoriensystemen werden einige Aspekte genannt, wodurch das jeweilige Instrument je nach der Entwicklung als objektiv, reliabel und valide angesehen werden kann. Die Objektivität, Reliabilität und Validität werden in Bezug auf die Entwicklung von Messinstrumenten als Gütekriterien bezeichnet und lassen Aussagen über die Qualität des Kategoriensystems zu.

In Bezug auf die Objektivität kann die Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität unterschieden werden. Durch eine strukturierte und sorgfältige Planung sowie standardisierte Durchführung lässt sich die Durchführungsobjektivität gewährleisten (Moosbrugger & Kelava, 2012). Hinsichtlich der Videoanalyse muss zur Sicherung der Durchführungsobjektivität eine standardisierte Videoaufnahme gewährleistet sein und das filmenden Personal darin geschult wird, diese Standards einzuhalten (Seidel, 2003).

In Bezug auf die Auswertungsobjektivität ist es von großer Bedeutung, das zu kodierende Verhalten so gut wie möglich zu operationalisieren, damit die Kodierenden in der jeweiligen Situation auch das vorgesehene Verhalten auswählen. Bieten die Operationalisierungen zu

großen Interpretationsspielraum, sind sie ungeeignet für die Kodierung von Unterrichtssituationen (Bortz & Schuster, 2010). Unabhängig davon ist, ob niedrig- oder hoch-inferente Kodierschemata verwendet werden. Es gilt, dass Kodiervariablen mit großem Interpretationsspielraum einen gewissen Grad an Objektivität gewährleisten müssen. In Bezug auf die Interpretationsobjektivität ist zu beachten, dass persönlichen Meinungen, Einstellungen und Erwartungen keinen Einfluss auf die Videodaten haben dürfen (Mangold, 2012). Im Rahmen der Auswertungsobjektivität wird meist das Maß der Übereinstimmung zwischen *Ratern* erfasst, die dieselben Unterrichtssituationen bewerten. Dieses Maß stellt die *Inter-Rater-Reliabilität* dar (Mangold, 2012; Moosbrugger & Kelava, 2012). Die Reliabilität erfasst allgemein die „Genauigkeit bzw. Zuverlässigkeit der erhobenen Daten“ (Bortz & Schuster, 2010, S. 10). Die *Inter-Rater-Reliabilität* misst die Zuverlässigkeit der kodierten Beobachtungen im Unterricht. Durch diese wird überprüft, ob sich die Beobachterinnen und Beobachter „an demselben Merkmal bei der Einschätzung orientieren und dieses präzise erfassen“ (Wirtz & Caspar, 2002, S. 17f). Im Fall der nominalskalierten polytomen (also *mutually exclusive*) Kategoriensysteme können prozentuale Übereinstimmungen (PÜ) zwischen zwei *Ratern* folgendermaßen bestimmt werden (Wirtz & Caspar, 2002, S. 48):

$$P\ddot{U} = \frac{\text{Anzahl der beobachteten Übereinstimmungen}}{\text{Anzahl der Objekte}} \cdot 100\%$$

Basierend auf dieser Formel konnten zufallskorrigierte und somit zuverlässige Übereinstimmungsmaße entwickelt werden. Dazu gehört das am häufigsten für zwei *Rater* angewendete Übereinstimmungsmaß Cohens Kappa ( $\kappa$ ) (Wirtz & Caspar, 2002). Cohens Kappa quantifiziert mit folgender Formel direkt die zu bestimmende Beurteilerübereinstimmung der kodierten Variablen (Wirtz & Caspar, 2002, S. 56):

$$\kappa = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

$P_0$  = Relativer Anteil der Fälle, in denen die *Rater* identische Urteile abgegeben haben ( $P\ddot{U}_{\text{beobachtet}}/100\%$ ).

$P_e$  = Relativer Anteil der Übereinstimmungen bei zufälligem Rateverhalten ( $P\ddot{U}_{\text{erwartet}}/100\%$ ).

Wenn eine gewisse Beurteilerübereinstimmung in Bezug auf die Kodierung der zu beobachtenden Variablen besteht, muss der Wert von Cohens Kappa eine bestimmte Grenze überschreiten. Dazu gibt es unterschiedliche Orientierungen und Definitionen. Die Spannweite der Cohens-Kappa-Werte beträgt zwischen 1.0 (perfekte Übereinstimmung) bis -1.0 (gänzlich unterschiedliche Übereinstimmung der *Rater*), wobei generell gilt, dass die Werte über .75 erzielt werden sollten (Wirtz & Caspar, 2002). Gängige Kategorisierungen in Bezug auf die Qualität von Beurteilerübereinstimmungen geben Landis und Koch (1977) sowie Wirtz und Caspar (2002) in Tabelle 6.4.



**Tabelle 6.4:** Werte und Einschätzungen von Cohens Kappa zur Beurteilerübereinstimmung zweier *Rater*; nach Landis & Koch, 1977, S. 165 (links); Wirtz & Caspar, 2002, S. 59 (rechts).

Qualität der Beurteilerübereinstimmung	Cohens Kappa ( $\kappa$ )
fast perfekt	.81 - 1.0
gut	.61 - .80
mäßig	.41 - .60
leicht	.21 - .40
gering	.00 - .20
keine Übereinstimmung	< .00

Qualität der Beurteilerübereinstimmung	Cohens Kappa ( $\kappa$ )
sehr gut	.75 - 1.0
gut	.60 - .75
akzeptabel	.40 - .60
gering	< .40

Bei der Berechnung und anschließenden Interpretation der Übereinstimmungsreliabilität ist zu beachten, dass nicht in jedem Fall nach den in Tabellen 12 und 13 vorgegeben Einschätzungen vorgegangen werden muss, sondern auch das zu beobachtende Verhalten einen Einfluss auf die Kodierung hat. Bei niedrig-inferenten und daher leicht zu kodierenden Variablen sollte die Beurteilerübereinstimmung größer sein als bei mittel- oder hoch-inferenten Beobachtungsvariablen (Wirtz & Caspar, 2002). Im Allgemeinen werden zwischen 10 % und 20 % der analysierten Unterrichtsvideos doppelt kodiert und daraus die Übereinstimmungsreliabilität errechnet (Blömeke, Eichler & Müller, 2004).

Einen weiteren Aspekt hinsichtlich der Qualität von Untersuchungsinstrumenten stellt die Validität dar. Diesbezüglich gibt es ebenfalls viele unterschiedliche Betrachtungsweisen. Bortz und Schuster (2010) beschreiben die Validität als Gültigkeit und unterscheiden dabei die *interne* und *externe Validität*. „Eine Untersuchung ist intern valide, wenn ihr Ergebnis eindeutig interpretierbar ist. Die interne Validität sinkt mit wachsender Anzahl plausibler Alternativerklärungen für das Ergebnis aufgrund nicht kontrollierter Störvariablen“ (Bortz & Schuster, 2010, S. 8). Dies ist im Fall von Videostudien schwer einzuhalten, weil die Kamera eine Störvariable darstellt. Wie bereits dokumentiert, gibt es diesbezüglich unterschiedliche Auslegungen über das Ausmaß der Störung. Gleichzeitig weisen Feldstudien im Gegensatz zu Laborstudien eine hohe externe Validität auf, weil die Ergebnisse dieser Art von Untersuchungen eher „über die besonderen Bedingungen der Untersuchungssituation und über die untersuchten Personen hinausgehend generalisierbar [sind]. Die externe Validität sinkt mit wachsender Unnatürlichkeit der Untersuchungsbedingungen bzw. mit abnehmender Repräsentativität der untersuchten Stichproben“ (Bortz & Schuster, 2010, S 8).

Während zusätzlich zwischen Inhalts- und Kriterienvolidität unterschieden werden kann (Arnold, 2001), fasst Messick (1995) diese Bereiche mit der Konstruktvalidität zusammen. Er macht deutlich, dass es nicht nur darum geht, dass interpretative oder handlungsgeleitete Rückschlüsse aus Testergebnissen valide sein sollten, sondern der gesamte Untersuchungs-

prozess den Prinzipien der Validität unterliegt. Das gilt ebenso für Kodierungsarbeiten als auch für Beobachtungsvorgänge. Dabei kann das Maß der Validität nicht berechnet, sondern nur betrachtet und diskutiert werden. Generell, so Messick (1995), stellt die Validität eine evidenzbasierte Grundlage für die Interpretation der Testergebnisse dar. Dies schließt aber nicht nur die Betrachtung des theoretischen Konstrukts ein: Jede Information über ein Instrument kann die Bedeutung eines Testergebnisses beeinflussen. Messick (1995) differenziert die Konstruktvalidität in sechs weitere Unterkategorien: “These are content, substantive, structural, generalizability, external, and consequential aspects of construct validity” (Messick, 1995, S. 744). Die Inhaltsvalidität ist nach Messick (1995) ein Teil der Konstruktvalidität und setzt die Beschreibung der Grenzen des jeweiligen Konstrukts voraus. Diese Grenzen und Einschränkungen beeinflussen schließlich die mit einem Instrument zu untersuchenden Aspekte. Von Bedeutung ist dabei die Herstellung eines Instruments, das in ganzer Breite das inhaltliche Konstrukt abdeckt.

Einen weiteren Aspekt stellen die *substantiven* Gegebenheiten einer Untersuchung dar. Die Aufgabe besteht darin, eine Studie durchzuführen, durch die die zu untersuchenden Aspekte angemessen repräsentiert und dadurch reflektiert werden, wobei den Ergebnissen eine Theorie bzw. empirische Erkenntnisse zugrunde liegen (Messick, 1995). Dieser Aspekt der Konstruktvalidität beinhaltet beispielsweise die Entwicklung und Verwendung von Kompetenzmodellen als Voraussetzung zur Erfassung des jeweiligen Konstrukts (Wendt & Bos, 2011; Fachdidaktik und Bildungsforschung; Arnold, 2001 in Weinert Leistungsmessung in Schulen). Der *structural* bzw. strukturelle Aspekt besagt, dass sich nicht nur der Aufbau der Instrumente an dem theoretischen Konstrukt orientiert, sondern auch die Auswertungs- bzw. Bewertungsmethoden. Weiterhin weist Messick (1995) darauf hin, dass die „Generalisierbarkeit der Testwerte (...[in Bezug auf]) andere Aufgaben und Aufgabenformen, spätere Untersuchungszeitpunkte, andere Untersuchungsumstände, andere Testauswerter“ (Arnold, 2001, S. 121) zu berücksichtigen sind. Weiterhin spielen externe Aspekte eine Rolle. Dabei muss diskutiert werden, welche nicht erfassten Verhaltensweisen und weitere Aspekte das theoretische Konstrukt beeinflussen. Der letzte Aspekt der Konstruktvalidität umfasst die Bewertung intendierter und nichtintendierter Folgen der Testergebnisinterpretation. Dabei können sowohl positive als auch negative Konsequenzen in Betracht gezogen werden. Dabei gilt, dass Ergebnisse transparent gemacht und zur Diskussion gestellt werden sollten (Arnold, 2001; Messick, 1995). In Bezug auf internationale Vergleiche spielt darüber hinaus die *differenzielle Validität* eine Rolle. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Validität der Tests „für die beteiligten Nationen gleich ist“ (Arnold, 2001, S. 122). Wären die Tests für die jeweiligen Länder unterschiedlich, dann wären auch die Testbedingungen nicht fair und somit auch die Testleistungen schwer interpretierbar (Arnold, 2001).

Eine weitere Strategie zur Sicherstellung von Validität ist die Triangulation bzw. die Kombination qualitativer und quantitativer Methoden – auch als *Mixed-Method-Ansatz* bekannt (Johnson & Onwuegbuzie, 2004; Schreier & Odag, 2010). Unter dem ursprünglich aus der quantitativ-empirischen Sozialforschung entstammenden (Campbell & Fiske, 1959) Begriff

der Triangulation wird eine Diversifizierung der in einer (heute meist qualitativen) Studie verwendeten Daten oder Methoden verstanden. Flick (2008) differenziert zwischen *Datentriangulation* (Kombination unterschiedlicher Daten von unterschiedlichen Quellen, Personen, Zeitpunkten und Orten), *Investor-Triangulation* (Einbezug unterschiedlicher Untersuchender, um größtmögliche Objektivität herzustellen), *Theorien-Triangulation* (Ausgangspunkt sind unterschiedliche theoretische Perspektiven) und Methoden-Triangulation (einerseits innerhalb einer Methode – *within-method* – oder mit unterschiedlichen Methoden – *between-method*).

### 6.2.2 Kodiersysteme

Die in dieser Untersuchung verwendeten Kodiersysteme sind teilweise theoriegeleitet entwickelt worden und teilweise aus bereits bestehenden Kategoriensystemen entnommen worden. Tabelle 6.5 zeigt eine Auflistung der Kodiermanuale:

**Tabelle 6.5:** Untersuchungsbereiche, Kodierv Verfahren, Stichprobenplan und Grad der notwendigen Inferenzen bei den Kodierungen nach Seidel (2003).

Untersuchungsbereich	Kodierv Verfahren	Beobachtungsumfang	Inferenzen	Quelle
A. <i>Scientific Inquiry</i>	Kategoriensystem	Unterrichtseinheit (2. Std)	niedrig/mittel	Björkman, Labetzki & Tiemann, 2012
B. Sichtstrukturen	Kategoriensystem	Unterrichtseinheit (2. Std)	niedrig/mittel	Seidel, 2003
C. Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen	Schätzverfahren	Unterrichtseinheit (2. Std)	hoch	Schulz, 2011

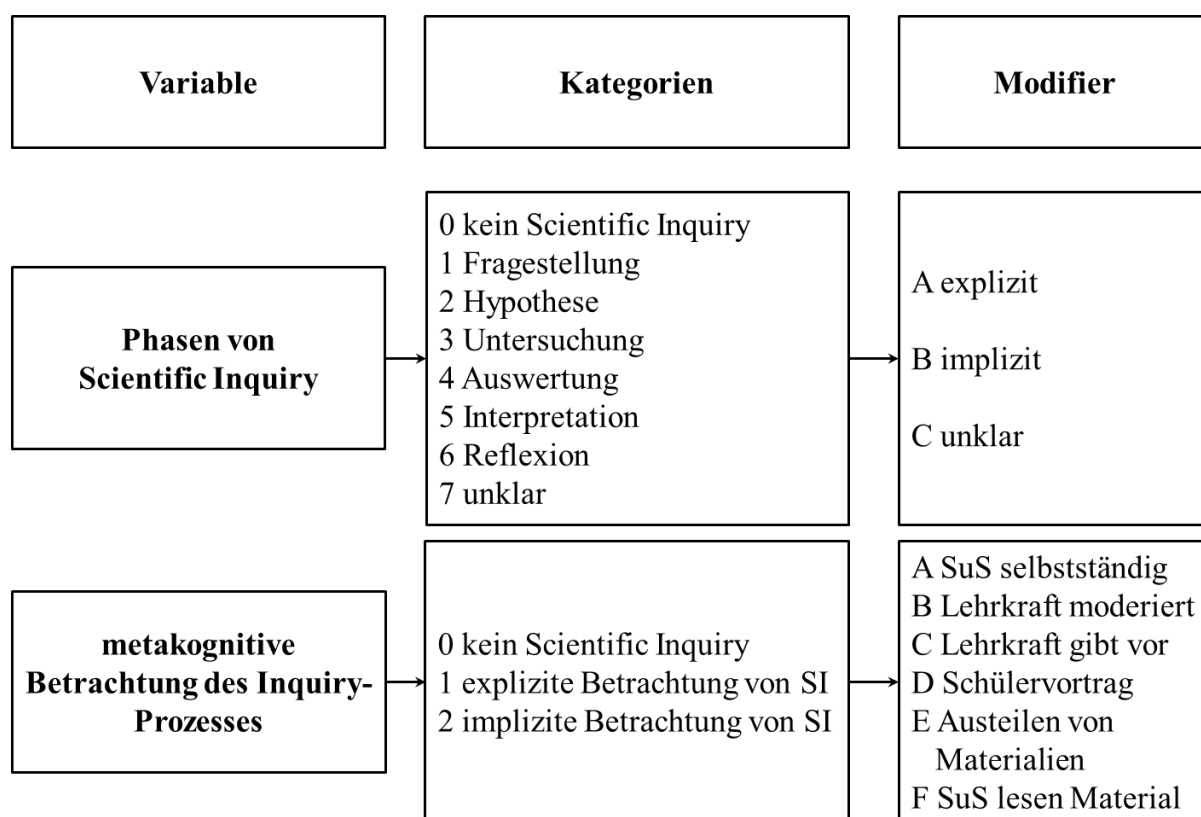
Die Kodiermanuale wurden event-basiert eingesetzt. Dies ermöglicht in der späteren Auswertung eine Einschätzung der Anfangs- und Endpunkte des beobachteten Verhaltens, wodurch eine zeitlich absolute Betrachtung des Unterricht gewährleistet wird.

#### *Entwicklung des Kodiermanuals für das Konstrukt Scientific Inquiry*

In dieser Studie wird die Umsetzung des *Scientific Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in Deutschland und Schweden untersucht. Dazu war es notwendig, das im Unterricht zu beobachtende Verhalten möglichst genau zu beschreiben und zu operationalisieren. Es wurde ein Kodiermanual nach dem in Abbildung 6.5 dargestellten Verfahren entwickelt. Als theoretische Grundlage dienten die in der Theorie beschriebenen und aufgeführten *Inquiry*-Phasen (Tab. 2.8). Daraufhin wurden deduktiv mögliche Variablen und Unterkategorien aufgestellt und das zu erwartende Verhalten operationalisiert. Um das vermutete Verhalten abzusichern, wurden die Variablen und Kategorien auf induktivem Weg mit Hilfe von bereits existierenden

Unterrichtsvideos kodiert. Anschließend wurden mit Hilfe wiederum anderer Unterrichtsvideos (expliziter Fokus auf erkenntnistheoretischem Chemieunterricht) erste *Inter-Rater-Reliabilitätswerte* bestimmt. Variablen bzw. Kategorien, die niedrige Reliabilitätswerte aufzeigten, wurde entweder entfernt oder ausführlicher operationalisiert (Labetzki, 2011).

Im Folgenden werden die Variablen und Kategorien des Kodiermanuals vorgestellt. Die Reliabilitäten der Variablen werden im Ergebnisteil dieser Arbeit aufgeführt. Die Verwendung eines so genannten Modifiers stellt eine weitere Kodierungsebene dar (Abb. 6.6 bis 6.12). Die Verwendung der Modifier ermöglicht eine Konkretisierung von bestehenden Variablen – beispielsweise kann neben der Kodierung einer bestimmten Unterrichtsphase die gleichzeitige Kodierung des Grades der Offenheit dieser Unterrichtsphase erfolgen. Detaillierte Operationalisierungen können im Anhang 10.1 eingesehen werden.

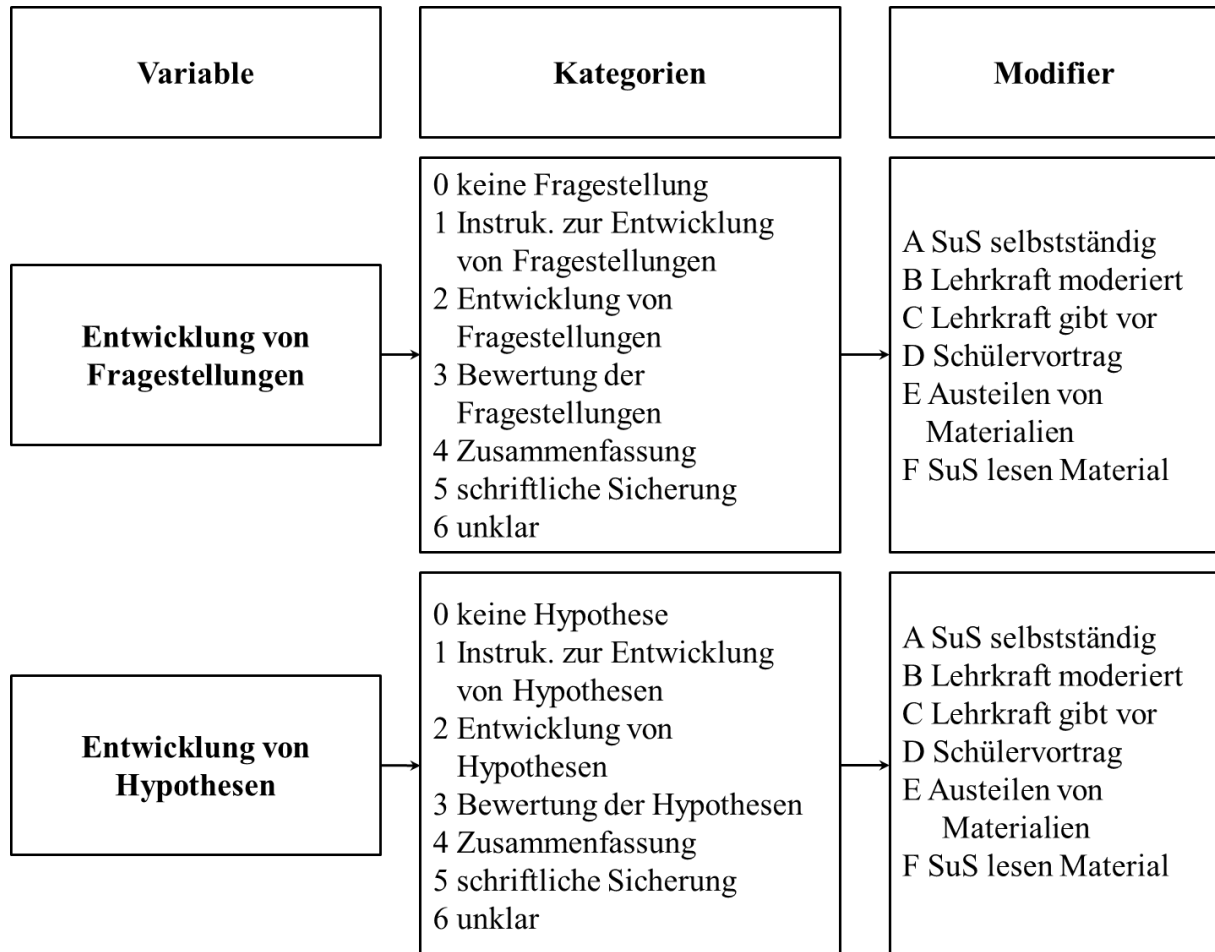


**Abbildung 6.6** Allgemeine Variablen, Kategorien und Modifier zum Prozess von *Scientific Inquiry*.

Der Prozess von *Scientific Inquiry* wird im verwendeten Kodiermanual in sechs Teilphasen gegliedert. Jede Phase erhält eine Ziffer, die dann im Programm Observer XT durch ein anderes Kürzel ersetzt werden kann. Zusätzlich ermöglicht der Modifier eine zusätzliche Kodierung der jeweiligen *Inquiry*-Phase. So können Kategorien, die auf der zeitlichen Ebene kodiert, darüber hinaus auf einer qualitativen Ebene eingestuft werden. Die *Inquiry*-Phasen werden so in Bezug auf den Grad der Explizitheit weiter differenziert. In Bezug auf die metakognitive Betrachtung von *Scientific Inquiry* können die Kategorien hinsichtlich des Grades der Offenheit unterschieden werden, wobei das Austeilen und Lesen von vorgegebenen Materia-

lien organisatorische Modifier darstellen, die zu den Modifier hinsichtlich des Grades der Offenheit disjunkt kodiert werden.

Zur detaillierten Beschreibung der Phase der Fragestellung und Hypothese werden im Folgenden die verwendeten Kodiervariablen vorgestellt (Abb. 6.7).



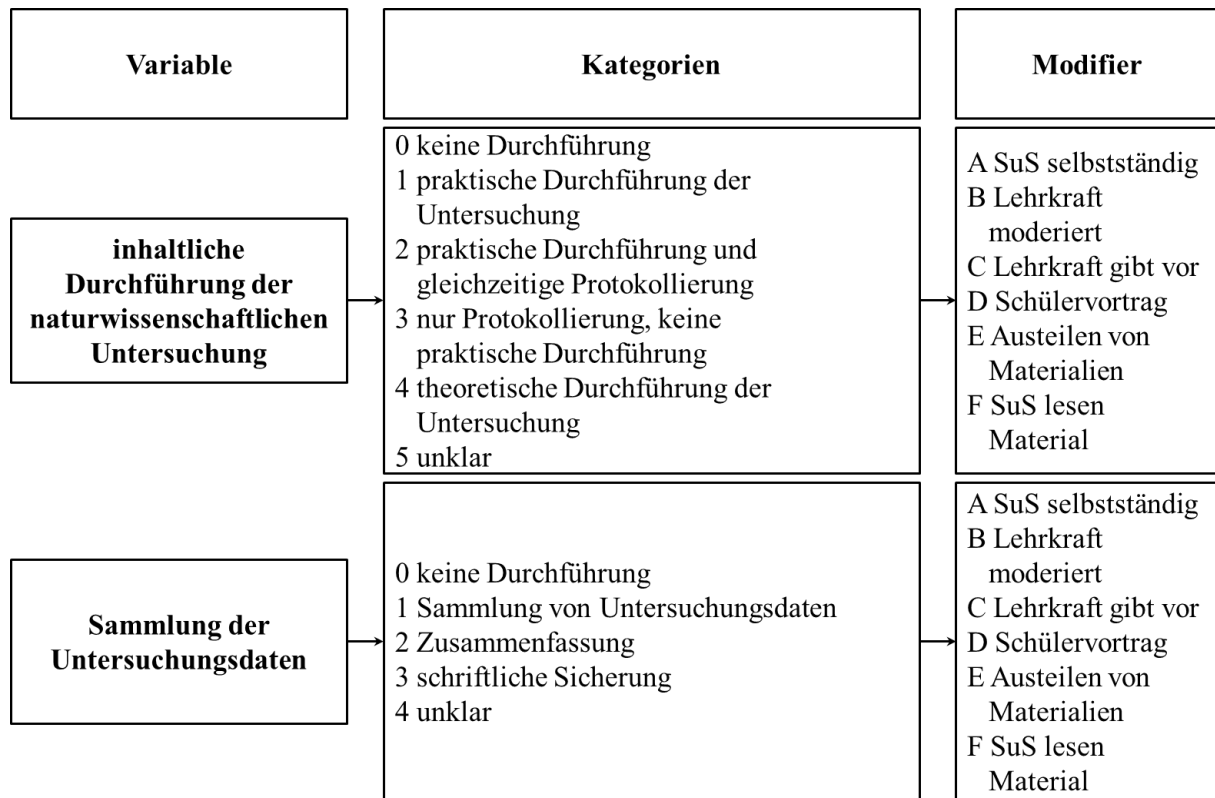
**Abbildung 6.7:** Variablen, Kategorien und Modifier zu den Phasen *Fragestellung* und *Hypothese*.

Die Phase der Untersuchung wird einerseits in eine Planungsphase und andererseits die tatsächliche Durchführungsphase unterteilt (Abb. 6.8 und 6.9).

Variable	Kategorien	Modifizier
<b>Planung einer naturwissenschaftlichen Untersuchung</b>	0 keine Planung 1 Instruk. zur Planung einer Untersuchung 2 Planung einer Untersuchung 3 Organisation 4 SuS stellen konkreten Plan vor 5 Vorstellen eines Plans (meist durch Lehrkraft) 6 Vorstellen von Chemikalien/Geräten 7 Bewertung des Plans 8 Zusammenfassung 9 schriftliche Sicherung 10 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material
<b>Identifizierung relevanter Variablen</b>	0 keine Planung 1 Identifizierung von Variablen der Untersuchung 2 Planung einer Untersuchung 3 Begründung der Variablen 4 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material
<b>organisatorischer Auf- bzw. Abbau der naturwissenschaftlichen Untersuchung</b>	0 kein Auf- oder Abbau 1 SuS bereiten sich organisatorisch auf die Untersuchung vor 2 SuS bereiten sich inhaltlich auf die Untersuchung vor 3 Lehrkraft baut den Versuch auf 4 Lehrkraft hat den Versuch bereits aufgebaut 5 SuS geben LuL vor, was sie aufzubauen haben 6 SuS oder Lehrkraft bauen Versuch ab 7 unklar	

**Abbildung 6.8:** Variablen, Kategorien und Modifizier zu der Phase der *Untersuchung* (Planung).

Da der organisatorische Auf- und Abbau einer Untersuchung meist von den Schülerinnen und Schülern erfolgt, wird hier auf eine Differenzierung in Bezug auf den Grad der Offenheit verzichtet. Nach der Planung folgt meist die konkrete Durchführung (Abb. 6.9).



**Abbildung 6.9:** Variablen, Kategorien und Modifizier zu der Phase *Untersuchung* (Durchführung).

In Bezug auf die Sammlung von Untersuchungsdaten ist es schwierig zu unterscheiden, ob die Kodierung dieser Aspekte im Bereich der Untersuchung oder der Auswertung erfolgen soll. Verschiedene Forscherinnen und Forscher zählen das Sammeln von Untersuchungsdaten zu der Phase der Untersuchung (Capps & Crawford, 2013; Hofstein et al., 2005; Lunetta, 1998; Maisyenka et al., 2011; Schreiber et al., 2009).

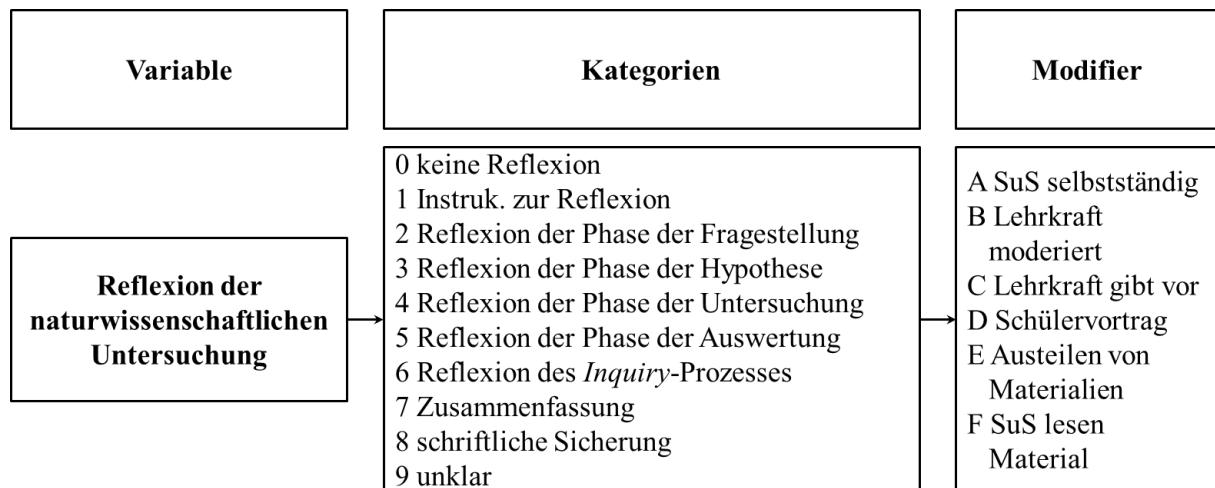
Erst die Veränderung oder Verwendung der Untersuchungsdaten ist Teil der Auswertung und Interpretation (Abb. 6.10).

Variable	Kategorien	Modifizier
<b>Auswertung der naturwissenschaftlichen Untersuchung</b>	0 keine Auswertung 1 Instruk. zur Auswertung 2 mathematische Aufbereitung der Daten 3 graphische Aufbereitung der Daten 4 Vergleich der Daten 5 Aufstellen von Reaktionsgleichungen/ Wortgleichungen 6 Zusammenfassung 7 schriftliche Sicherung 8 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material
<b>Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten</b>	0 keine Auswertung 1 Identifizieren der relevanten aufbereiteten Daten 2 Erkennen von Zusammenhängen zwischen aufbereiteten Daten 3 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material
<b>Schlussfolgerung der naturwissenschaftlichen Untersuchung</b>	0 keine Auswertung 1 Instruk. zum Ziehen einer Schlussfolgerung 2 Ziehen einer Schlussfolgerung 3 Begründung der Schlussfolgerung 4 Zusammenfassung 5 schriftliche Sicherung 6 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material
<b>Interpretation der naturwissenschaftlichen Untersuchung</b>	0 keine Auswertung 1 Instruk. zur Interpretation 2 Interpretation 3 Begründung der Interpretation 4 Zusammenfassung 5 schriftliche Sicherung 6 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material
<b>Ergebnis der Interpretation</b>	0 keine Auswertung 1 Beantworten der Fragestellung 2 Bezug auf Hypothese (durch Falsifikation) 3 Bezug auf Hypothese (durch Verifikation) 4 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material
<b>Generalisierung und Verallgemeinerung</b>	0 keine Auswertung 1 Aufstellen von Regeln/Gesetzmäßigkeiten 2 Aufstellen von je..., desto...-Aussagen 3 Zusammenfassung 4 schriftliche Sicherung 5 unklar	A SuS selbstständig B Lehrkraft moderiert C Lehrkraft gibt vor D Schülervortrag E Austeilen von Materialien F SuS lesen Material

Abbildung 6.10: Variablen, Kategorien und Modifizier zur Phase *Auswertung*.

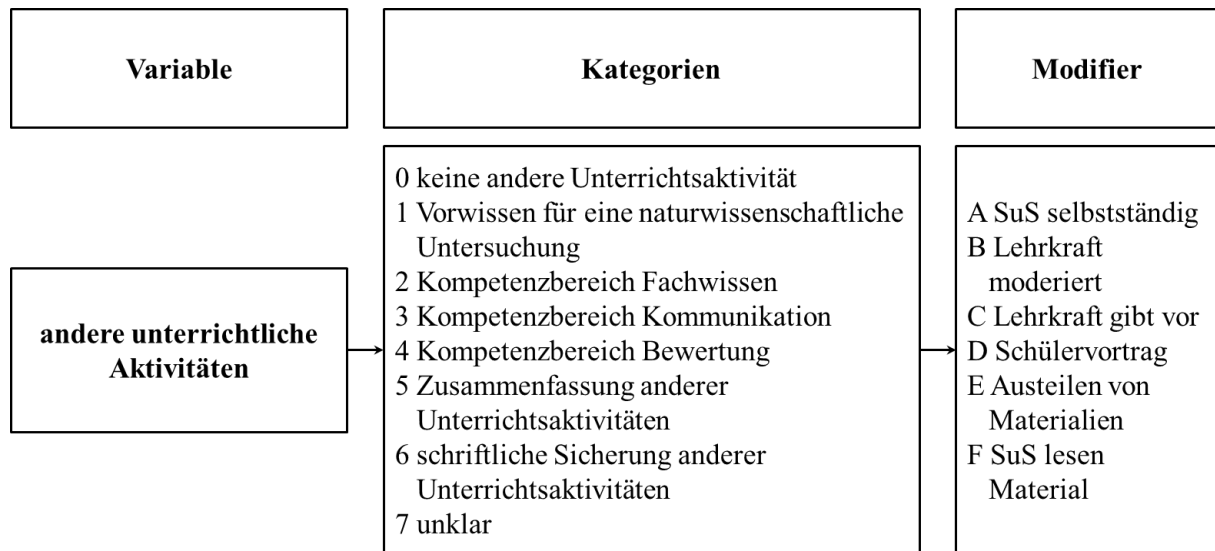


Die Trennung zwischen Schlussfolgerung und Interpretation ist schwierig. Eine Schlussfolgerung bezieht sich auf die Untersuchungsdaten und die Auswertung, während die Interpretation einen Rückschluss auf die Fragestellungen und Hypothesen einbezieht (Hofstein et al., 2005). Die Reflexion (Abb. 6.11), die nicht von allen Forscherinnen und Forschern als notwendiges Merkmal des *Inquiry*-Prozesses gesehen wird (Tab. 2.8), wird zum Prozess der Erkenntnisgewinnung gezählt.



**Abbildung 6.11:** Variablen, Kategorien und Modifier zur Phase *Reflexion*.

Der Prozess der Erkenntnisgewinnung kann auch in einem erkenntnisorientierten Unterricht nicht immer vollständig vorausgesetzt werden. Gerade zu Beginn einer Unterrichtsstunde laufen für den *Inquiry*-Prozess bedeutsame Unterrichtsprozesse ab wie die Aktivierung von Vorwissen, die aber lediglich zu ihm hin führen, aber noch nicht Teil der einzelnen *Inquiry*-Phasen sind. Aus diesem Grund wurden Variablen in das Kodiermanual einbezogen, die sich nicht direkt auf den Erkenntnisgewinnungsprozess beziehen, aber dennoch im Unterricht beobachtet werden können (Abb. 6.12). Parallel dazu wird die in Abbildung 6.6 dargestellte Kategorie „kein Scientific Inquiry“ kodiert.



**Abbildung 6.12:** Variablen, Kategorien und Modifizier zu *anderen unterrichtlichen Aktivitäten*.

Das entwickelte Kodiermanual weist somit 17 Variablen mit bis zu elf Kategorien und höchstens sechs *Modifizern* auf.

### *Qualität des Kodiermanuals*

Die Untersuchung ist extern valide, da realer Chemieunterricht untersucht wird. Trotzdem muss die Aussage der externen Validität differenziert betrachtet werden, denn es handelt sich bei der Anzahl der untersuchten Unterrichtsvideos nicht um eine repräsentative Stichprobe. Beispielsweise wurde durch den Verzicht auf möglicherweise störendes Personal und Equipment eine größtmögliche Natürlichkeit gefördert, um der nicht repräsentativen Stichprobe in Bezug auf die externe Validität entgegenzuwirken. In Bezug auf die Konstruktvalidität können hinsichtlich des Kodiermanuals nur die Inhaltsvalidität, strukturelle Validität, Generalisierbarkeit und die konsequentielle Validität betrachtet werden. Das Instrument ist inhaltsvalide, da es mit Hilfe von Theorie- und Lehrplananalysen entwickelt wurde. Die strukturelle Validität ist – für die schwedischen Unterrichtsvideos – durch eine zweisprachige Kodiererin gegeben, sodass nicht mit Verzerrungen der Kodiervariablen, -kategorien und Modifizier zu rechnen ist. In Bezug auf die Generalisierbarkeit (hier ähnlich zur externen Validität) muss erwähnt werden, dass die Stichprobe nicht repräsentativ ist, sich aber eine solche auch nicht ermöglichen ließ. Gleichzeitig ist das Kodiermanual wegen des fächerübergreifenden Aspektes auf andere naturwissenschaftliche Fächer übertragbar.

Die *Inter-Rater*-Reliabilität zeigt an, dass auch unterschiedliche Kodiererinnen und Kodierer dieses Manual bedienen können. Eine Verzerrungstendenz in Bezug auf die konsequentielle Validität (Messick, 1995) ist zu bezweifeln, da auch die *Inter-Rater*-Reliabilitäten zeigen, dass die Praxis der Testauswertung funktioniert. Weiterhin wurde mit Hilfe standardisierter Videoaufnahmen darauf geachtet, dass die Unterrichtsvideos in Deutschland und Schweden vergleichbar sind. Die Kodiererergebnisse geben Aufschluss über einen gewissen „Status Quo“,

den es sowohl in Deutschland als auch in Schweden eventuell zu hinterfragen gilt, wodurch Verbesserungsmaßnahmen möglich wären.

Einen weiteren Aspekt zur Validität des entwickelten Kodiermanuals bietet die Triangulation. In diesem Fall ist die *within-Methoden-Triangulation* am geeignetsten (Dezin, 1978), da durch die Einbeziehung weiterer Kodiermanuals zusätzlich andere unterrichtliche Perspektiven analysiert werden können. So kann die Unterrichtskultur des deutschen bzw. des schwedischen Chemieunterrichts valider erhoben werden.

### *Weitere Kodiermanuals*

Zur detaillierten Analyse des Chemieunterrichts in Deutschland und Schweden wurden zwei weitere Kodiermanuals verwendet. Der Chemieunterricht wurde zusätzlich auf der Ebene der Unterrichtsmethoden sowie der Funktion, der Organisationsform und des Ablaufs des Experiments kodiert (Abb. 6.13). Die Reliabilitätswerte entstammen der Vorstudie (Björkman & Tiemann, 2013), die in Abschnitt 2.2.2 erläutert wurde.

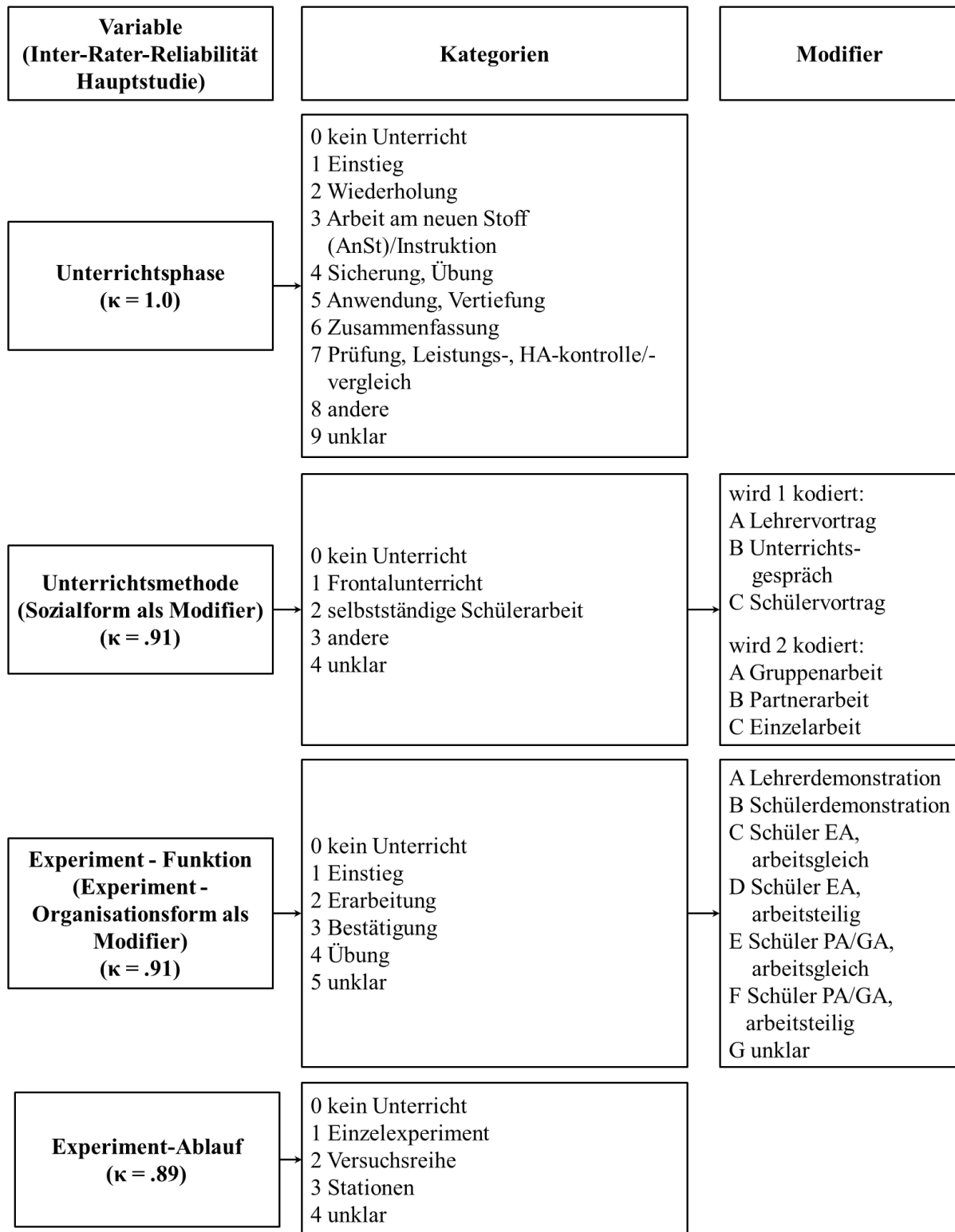


Abbildung 6.13: Variablen, Kategorien und Modifizier zur Sichtstruktur nach Seidel, 2003.

Die deutschen Unterrichtsvideos wurden sowohl auf der Sichtstrukturebene als auch auf der Ebene der Qualität analysiert (Geipel, 2013). Das zweite Kodiermanual stellt kein Kategoriensystem, sondern ein Schätz- bzw. Ratingsystem zur Qualität naturwissenschaftlicher Un-

tersuchungen dar. Dabei wurden ausgewählte Skalen oder Facetten der hoch-inferenten Beurteilung zur experimentellen Qualität des Chemieunterrichts von Schulz (2011) herangezogen. Facetten wie beispielsweise die *Offenheit beim Experimentieren* wurden nicht ausgewählt, weil diese als redundant zum Kodiermanual *Scientific Inquiry* eingeschätzt wurden. Folgende Skalen wurden für die Einschätzung der Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen eingesetzt, die mit 1 = trifft überhaupt nicht, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft voll und ganz zu und 5 = unklar kodiert wurden (Tab. 6.6).

**Tabelle 6.6:** Facetten und Skalen zur Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen nach Schulz (2011).

Facette	Skala
Instruktionseffizienz	Regelklarheit
	Zeitverschwendung
	Disziplin
	Fokussierung
	Monitoring
Sicherheit bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen	Umgang mit Geräten und Chemikalien
	Personale Sicherheit
Klarheit und Strukturiertheit	Strukturierungshilfen bei nw. Untersuchungen
	Klarheit und Strukturiertheit der nw. Untersuchung
	Sprunghaftigkeit
Problemlösender Unterricht	Bezug zur Lebenswelt
	Einbringen von Vorwissen
Schülerorientierung	Positive Fehlerkultur
	Pacing (angemessene Geschwindigkeit)
	Interaktionstempo
Erfolg des Experiments	Nachvollziehbarkeit der naturwissenschaftlichen Untersuchung

Mit Hilfe dieser Kodierung kann überprüft werden, ob die Gestaltung des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht mit Merkmalen der Unterrichtsqualität zusammenhängt.

#### *Anwendung der Kodiersysteme mit Observer XT*

Es gibt viele unterschiedliche Videografie-Software-Programme, mit denen die Kodierung anhand vorgestellter Kategoriensysteme möglich wäre. Ein in der empirischen Bildungsforschung sehr weitverbreitetes Programm ist *Videograph*© (Rimmele, 2008). Dieses Programm

ist sehr leicht handhabbar und unkompliziert, vor allem bei der Kodierung mit bereits existierenden Kodiermanualen und *time-sampling* Kodierung. Wird allerdings ein Programm benötigt, das wesentlich dynamischer funktioniert, bietet sich das ursprünglich für Tierbeobachtungen konzipierte Software-Programm *Observer XT*® an (Zimmerman et al., 2009). Es wurde bereits Mitte der 1980er Jahre entwickelt, seither stetig verbessert und an die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer angepasst (Noldus, 1991). Daher sind die Oberfläche und die Handhabung sehr viel benutzerfreundlicher und professioneller als bei anderen jüngeren Programmen.

Das Kodiermanual kann separat eingefügt und bei Bedarf verändert werden. Wird während des Kodierens eine Situation beobachtet, die exemplarisch gut zu den Kodiervariablen (hier: *behavior*), -kategorien (hier: *observation*) oder dem Modifier zugeordnet werden kann. So ist es möglich, diese Situation direkt in dem Kodiermanual ohne Veränderung des kodierten Unterrichtsvideos festzuhalten. Dies gilt auch, wenn Kategorien bei dem Entwicklungsprozess des Kodiermanuals hinzugefügt werden müssen, weil sie in unterrichtlichen Situationen beobachtet wurden, aber noch nicht vermerkt worden sind. Auf diese Weise dient das Programm auch zur Entwicklung eines Kodiermanuals, da Kategorien hinzugefügt werden können, ohne die bisherige Kodierung zu verändern. Bei der anschließenden Kodierung muss nur darauf geachtet werden, dass die Veränderungen im Kodiermanual auch in den bisher kodierten Unterrichtsvideos berücksichtigt werden.

Weiterhin ist es möglich, die Datenaufbereitung und -auswertung mit Hilfe des *Observer XT*® durchzuführen. Dabei kann jede einzelne Variable ausgewählt und statistisch analysiert werden. Gleichzeitig können aber auch die aufbereiteten Daten in Excel® oder SPSS® exportiert werden. Einen weiteren Vorteil stellt die mit dem Programm durchführbare Reliabilitätsprüfung dar. So können die Reliabilitäten der Variablen, die von zwei Personen kodiert wurden, direkt berechnet werden. In Bezug auf die Entwicklung des Kodiermanuals können so die Probleme und Schwierigkeiten des Kodiermanuals genau ermittelt und eventuell behoben werden.

### 6.2.3 Weitere Messinstrumente

In dieser Studie wurden zusätzlich Fragebogen für Schülerinnen und Schüler und für Lehrkräfte entwickelt und eingesetzt. Der Schülerfragebogen umfasste Fragen zu allgemeinen und schulbezogenen Daten, das chemiebezogene Interesse und die Motivation sowie das chemiebezogene Selbstkonzept (Frey et al., 2009). Weiterhin wurden die Skalen zum spezifisch chemischen Interesse eingesetzt (Nehring, 2014), die Vorstellungen zu *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* (z.B. Carey et al., 1989; Driver et al., Höttecke, 2001; Kremer, 2010; 1996; Lederman et al., 2002; Neumann, 2011; NRC, 2002; Schreiber et al., 2009; Urhahne & Hopf, 2004) sowie die subjektive Einschätzung des Erkenntnisgewinnungsprozesses im Chemieunterricht. Separat wurden mit einem kognitiven Fähigkeitstest die fluide Intelligenz (Heller & Perleth, 2000) und ein Vorwissenstest eingesetzt – angelehnt an den Themen

der Aufgaben zur Messung der Erkenntnisgewinnungskompetenz der Schülerinnen und Schüler (Nehring, 2014). Um sicherzustellen, wie die Schülerinnen und Schüler den gefilmten Unterricht wahrgenommen haben, füllten sie darüber hinaus direkt nach den Aufnahmen einen Videofragebogen aus (Seidel, Rimmel & Dalehefte, 2003). Der Lehrerfragebogen umfasst Fragen zur Einschätzung des eigenen Unterrichts, zu schulbezogenen und demografischen Daten (Frey et al., 2009), zu Angaben in Bezug auf die gefilmten Unterrichtsstunden, zu den im alltäglichen Unterricht umgesetzten Methoden-/ Arbeits-, Unterrichts- und Sozialformen, zur allgemeinen Ausstattung der Schule (Frey et al., 2009), zu den Vorstellungen der Lehrkräfte in Bezug auf *Nature of Science* bzw. *Nature of Scientific Inquiry* und zu der subjektiven Einschätzung des Erkenntnisgewinnungsprozesses im Chemieunterricht.

### *Schülerfragebogen*

Die Schülerinnen und Schüler erhielten einen *paper-and-pencil*-Fragebogen zu den oben ausgeführten Konstrukten. Zu Beginn des Fragebogens wurden demografische und schulbezogene Daten erhoben (Tab. 6.7).

**Tabelle 6.7:** Demografische und schulbezogene Schülerdaten nach Frey et al. (2009).

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
Geschlecht	dichotom nominal Likert-skaliert; 1 = männlich; 2 = weiblich
Alter	offen; Alter in Ziffern
Jahrgang	5-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; 1 = 9. Jg. bis 5 = 13. Jg.
wiederholte Klassen	dichotom nominal Likert-skaliert; 0 = nein; 1 = ja
übersprungene Klassen	
zu Hause meist gesprochene Sprache	offen; 1 = <i>Deutsch</i> bis 30 = <i>Punjabi</i>
zweite gesprochene Sprache	dichotom nominal Likert-skaliert; 0 = nein; 1 = ja; offen; 1 = <i>Deutsch</i> bis 30 = <i>Punjabi</i>
Bücher zu Hause	6-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; 1 = 0-10 Bücher bis 6 = <i>mehr als 500 Bücher</i>
in welchen Klassenstufen Chemieunterricht	8-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; 1 = 5. Klassenstufe bis 8 = 12. Klassenstufe
Schulnote in den Fächern Chemie, Biologie, Physik, Mathematik und Deutsch	offen; 1 = <i>Schulnote 1</i> bis 6 = <i>Schulnote 6</i>

Im Anschluss daran wurde das chemiespezifische Interesse anhand folgender Themen erfasst, zu denen im Rahmen des Modells zur Erkenntnisgewinnungskompetenz Items entwickelt wurden (Nehring, 2014).

Der anschließende Abschnitt des Fragebogen umfasst die Erhebung von Daten bezogen auf das chemische Interesse und die zukunftsorientierte chemiebezogene Motivation, die aus den

PISA-Skalen JOYSCIE ( $\alpha = .92$ ) und SCIEFUT abgeleitet und auf die Chemie übertragen wurden sowie die Lernzeit in Chemie (adaptiert aus der Skala *Lernzeit in den Naturwissenschaften*;  $\alpha = .91$ ) und des chemiebezogenes Fähigkeitsselbstkonzepts aus der Skala SCSCIE ( $\alpha = .90$ ). Die adaptierten Skalen, die Aufgabenformate und Kodierung werden in Tabelle 6.8 ersichtlich.

**Tabelle 6.8:** Interesse und Motivation, Lernzeit und Selbstkonzept bezogen auf das Fach Chemie nach Frey et al. (2009).

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
Freude und Interesse an Chemie	4-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = stimme gar nicht zu bis 4 = stimme ganz zu</i>
zukunftsorientierte chemiebezogene Motivation	
Lernzeit in Chemie	5-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = Ich verbringe damit gar keine Zeit bis 5 = 6 oder mehr Stunden pro Woche</i>
chemiebezogenes Fähigkeitsselbstkonzept	4-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = stimme gar nicht zu bis 4 = stimme ganz zu</i>

Weiterhin wurden die Schülerinnen und Schüler gebeten, ihre Einstellung zu bestimmten Aussagen einzuschätzen, die sich auf das Konzept *Nature of Science* bzw. *Nature of Scientific Inquiry* beziehen (Tab. 6.9). Die Aussagen wurden aus verschiedenen Fragebögen und Quellen erstellt (Carey et al., 1989; Driver et al., 1996; Höttecke, 2001; Kremer, 2010; Lederman et al., 2002; NRC, 2002; Neumann, 2011; Schreiber et al., 2009; Urhahne & Hopf, 2004). Zur Kontrolle wurden in einer Vorstudie mit Hilfe einer Expertenbefragung vorerst 101 Items getestet, wobei 44 Experten einschätzten, ob es sich bei dem jeweiligen Item um eine naive bzw. elaborierte Einstellung hinsichtlich *Nature of Science* bzw. *Nature of Scientific Inquiry* handelt. Es wurden die Items in die Studie aufgenommen, die übereinstimmend in mehr als der Hälfte der Literaturangaben zu finden waren. So verringerte sich die Anzahl auf 54 Items. Diese wurden in einer weiteren Vorstudie mit  $N = 82$  Schülerinnen und Schülern der 9. und 10. Jahrgangsstufe erneut überprüft und um weitere drei Items bereinigt.



**Tabelle 6.9:** Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*.

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
<ul style="list-style-type: none"> <li>- naturwissenschaftliches Wissen</li> <li>- Bild eines/einer Naturwissenschaftler/in</li> <li>- Naturwissenschaften allgemein</li> <li>- eine naturwissenschaftliche Methode</li> <li>- naturwissenschaftliche Fragestellungen</li> <li>- naturwissenschaftliche Hypothesen</li> <li>- Planung einer Untersuchung</li> <li>- Durchführung einer Untersuchung</li> <li>- Auswertung einer Untersuchung</li> <li>- Interpretation einer Untersuchung</li> <li>- Reflexion einer Untersuchung</li> </ul>	4-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt (Porst, 2009); <i>1 = stimme gar nicht zu bis</i> <i>4 = stimme voll zu</i>

Der letzte Abschnitt des Fragebogens umfasste Items zur subjektiven Einschätzung der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf den wahrgenommenen *Inquiry*-Prozess im Chemieunterricht (Tab. 6.10).

**Tabelle 6.10:** Subjektive Einschätzung des Erkenntnisgewinnungsprozesses im Chemieunterricht; Items jeweils bezogen auf selbstständige Bearbeitung (s), Bearbeitung im Unterrichtsgespräch (UG) und Vorgabe (v) durch die Lehrkraft.

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
<ul style="list-style-type: none"> <li>- naturwissenschaftliche Fragestellungen (s, UG, v)</li> <li>- naturwissenschaftliche Hypothesen (s, UG, v)</li> <li>- Planung einer Untersuchung (s, UG, v)</li> <li>- Durchführung einer Untersuchung (s, UG, v)</li> <li>- Auswertung einer Untersuchung (s, UG, v)</li> <li>- Interpretation einer Untersuchung (s, UG, v)</li> <li>- Reflexion einer Untersuchung (s, UG, v)</li> </ul>	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>

### *Deklaratives chemiespezifisches Wissen*

Dieser Test ist ebenfalls als *paper-and-pencil*-Test konzipiert und beinhaltet 31 Items (Nehring, 2014, S. 280f). Diese bezogen sich auf die Inhalte des im Anschluss dargestellten Tests zur Erkenntnisgewinnungskompetenz.

### *Erkenntnisgewinnungskompetenz*

Zusätzlich zu den aufgeführten Messvariablen erhielten die Schülerinnen und Schüler in einem Multi-Matrix-Design jeweils 27 Items in Deutschland und jeweils 10 in Schweden (hier wurden nur die Items zum Experimentieren eingesetzt), die die Erkenntniskompetenz anhand spezifischer chemischer Themen erfassen (Nehring, 2014, S. 253).

### *Fluide Intelligenz*

Eine Möglichkeit der Erfassung von Intelligenz ist die Messung der Fähigkeit zur Bildung von Analogien. „Fähigkeiten im analogen Denken werden als wesentliches Merkmal von Intelligenz angesehen“ (Aßmus, 2013, S. 28). Aus diesem Grund wurde eine Skala aus dem Grundfähigkeitstest (KFT) zur Bildung konfiguraler Analogien (Skala N2) herangezogen (Heller & Perleth, 2000). Dieser Test soll mit Hilfe von 25 Items innerhalb von 8 Minuten bearbeitet werden. Unterschiedliche Jahrgangsstufen erhalten auch unterschiedliche Schwierigkeitsgrade, wobei beispielsweise die 9. Klassenstufe Items der 10. Klassenstufe ausfüllen, sodass sich eine Überschneidung der Jahrgänge ergibt.

### *Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest*

Der Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest (LGVT) ist wie der N2-Test des KFTs ein Speedtest einer Dauer von vier Minuten. Der Test soll das Leseverständnis und die Lesegeschwindigkeit von Schülerinnen und Schülern der 6. bis 12. Jahrgangsstufe ermitteln und umfasst das Lesen eines Textes, in dem die Schülerinnen und Schüler nach einigen Sätzen einen Satz durch die Wahl eines Wortes (drei Antwortalternativen) vervollständigen sollen. Nach vier Minuten markieren sie, bis zu welcher Stelle der Text gelesen wurde (Schneider, Schlagmüller & Ennemoser, 2007).

### *Videofragebogen*

Um kontrollieren zu können, dass der gefilmte Chemieunterricht sich nicht sonderlich vom alltäglichen Unterricht unterscheidet, wurden die Schülerinnen und Schüler zu den gefilmten Chemieunterrichtsstunden befragt. Ausgehend von der IPN Videostudie wurden einige Items (Tab. 6.11) verändert übernommen (Seidel, Rimmele & Dalehefte, 2003). Der vollständige Videofragebogen findet sich in Anhang 10.3.

**Tabelle 6.11:** Themen und Aufgabenformate der Items im Videofragebogen.

<b>Themen der Items</b>	<b>Aufgabenformat und Kodierung</b>
Normalität der gefilmten Unterrichtsstunden	dichotom nominal Likert-skaliert; <i>0 = nein; 1 = ja</i>
Häufigkeit der Erarbeitung von Inhalten wie in den gefilmten Unterrichtsstunden	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Häufigkeit der Verwendung der Methoden wie in den gefilmten Unterrichtsstunden	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Schwierigkeitsgrad der gefilmten Unterrichtsstunden im Vergleich zu anderen Stunden	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = leichter bis 6 = schwerer</i>
Beurteilung des gefilmten Chemieunterrichts im Vergleich zu anderen Stunden - in Bezug auf das eigene Interesse - in Bezug auf die eigene Motivation - in Bezug auf die Abwechslung	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = uninteressant / gar nicht motivierend / einseitig bis 6 = interessant / sehr motivierend / abwechslungsreich</i>
Beurteilung der eigenen Leistung in den gefilmten Unterrichtsstunden im Vergleich zu anderen Stunden - in Bezug auf die eigene aktive Beteiligung - in Bezug auf die eigene Konzentration	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = gar nicht aktiv / gar nicht aufmerksam bis 6 = sehr aktiv / sehr aufmerksam</i>

### *Lehrerfragebogen*

Die Lehrkräfte erhielten einen *paper-and-pencil*-Fragebogen, der die schulbezogenen und demografische Daten (Frey et al., 2009) erfragt (Tab. 6.12).

**Tabelle 6.12:** Demographische und schulbezogene Daten der Lehrkräfte nach Frey et al. (2009).

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
Jahrgang	offen; Alter in Ziffern
Geschlecht	dichotom nominal Likert-skaliert; <i>1 = männlich; 2 = weiblich</i>
Abschluss	9-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = 1. Staatsexamen bis 9 = sonstiges Studium</i> (Mehrfachnennungen möglich)
Studium welcher Fächer (1. bis 4. Fach möglich)	offen; <i>1 = Biologie bis 6 = Ethik</i>
Fächer- und Stundenumfang (1. bis 4. Fach möglich)	offen; <i>1 = Biologie bis 6 = Ethik;</i> Wochenstunden in Ziffern
Bereits gearbeitete Jahre als Lehrkraft	Jahre in Ziffern
Bereits gearbeitete Jahre als Lehrkraft an der Schule	Jahre in Ziffern
Bereits gearbeitete Jahre als Lehrkraft im Fach Chemie	Jahre in Ziffern
Unterrichten welcher Klassen in welchem Umfang im Fach Chemie	9-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; von <i>keine Klasse im Jahrgang...</i> bis <i>mehr als fünf Klassen in Jahrgang...</i> anzukreuzen in <i>1 = 5. Jg. bis 9 = 13. Jg.</i>
Ausüben weiterer Funktionen an der Schule	4-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = Schulleiter/in bis 9 = Seminarleiter/in</i> (Mehrfachnennungen möglich)
freiwilliges Anbieten weiterer Aktivitäten	dichotom nominal Likert-skaliert; <i>0 = nein; 1 = ja; offen</i>

Parallel zu den Schülerinnen und Schüler wurden auch die Lehrkräfte zu den gefilmten Unterrichtsstunden befragt (Tab. 6.13). Die Variablen setzen sich wie auch bei der Befragung der Schülerinnen und Schüler zu den gefilmten Unterrichtsstunden aus Items der IPN-Videostudie (Seidel, Dalehefte, Lehrke, Trepke, 2003) zusammen.

**Tabelle 6.13:** Items zum Videofragebogen an die Lehrkräfte nach Seidel, Dalehefte und Meyer (2003).

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
Thema der gefilmten Doppelstunde	offen
Ziel der gefilmten Doppelstunde	offen
Funktion der gefilmten Doppelstunde	3-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = Einführung einer neuen Unterrichtsphase bzw. eines neuen -abschnittes bis</i> <i>3 = Weiterführung des Inhalts der vorhergehenden Stunde</i> (Mehrfachnennungen möglich)
Häufigkeit der Erarbeitung von Inhalten wie in den gefilmten Unterrichtsstunden	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Häufigkeit der verwendeten Arbeitsweisen wie in den gefilmten Unterrichtsstunden	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Häufigkeit der Unterrichtsstunden in der gefilmten Klasse	6-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = 1 Stunde bis</i> <i>6 = 6 Stunden</i>
Schwierigkeitsgrad der gefilmten Unterrichtsstunden im Vergleich zu anderen Stunden	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = leichter bis 6 = schwerer</i>
Beurteilung des gefilmten Chemieunterrichts im Vergleich zu anderen Stunden - in Bezug auf das eigene Interesse - in Bezug auf die eigene Motivation - in Bezug auf die Abwechslung	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = uninteressant / gar nicht motivierend / einseitig bis</i> <i>6 = interessant / sehr motivierend / abwechslungsreich</i>
Beurteilung der eigenen Leistung in den gefilmten Unterrichtsstunden im Vergleich zu anderen Stunden - in Bezug auf die eigene aktive Beteiligung - in Bezug auf die eigene Aufmerksamkeit	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = gar nicht aktiv / gar nicht aufmerksam bis</i> <i>6 = sehr aktiv / sehr aufmerksam</i>
Häufigkeit der Durchführung durch Ausstattung und Räumlichkeiten wie in den gefilmten Unterrichtsstunden	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>

Ein weiterer Abschnitt des Lehrerfragebogens umfasst Fragen zur Einschätzung des fächerübergreifenden Unterrichts und der allgemeinen Ausstattung der Schule. In Tabelle 6.14 sind diese dargestellt.

**Tabelle 6.14:** Items zur Einschätzung zum fächerübergreifenden Unterricht und der allgemeinen Ausstattung der Schule an die Lehrkräfte.

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
Häufigkeit der Unterrichtung von fächerübergreifenden Unterrichts im Fach Chemie; mit welchen Fächern	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Fächerübergreifender Unterricht welcher Fächer	offen
Einschätzung der fachdidaktischen / fachlichen / erziehungswissenschaftlichen Ausbildung	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = stimme gar nicht zu bis 6 = stimme voll zu</i>
Verfügbarkeit spezieller Räume	4-Punkt-Likert-skaliert; ordinal; <i>1 = einen Arbeitsraum für die Schüler bis</i> <i>4 = einen Chemieraum für experimentelle Gruppenarbeit</i> (Mehrfachnennungen möglich)
Beurteilung der Ausstattung der Schule	offen
Nutzen von Lehrbüchern im 9. / 10. Jg. / in der Sek II ;	dichotom nominal Likert-skaliert; <i>0 = nein; 1 = ja</i>
Bezeichnung der Lehrbücher	offen
Verfügbarkeit der Lehrbücher für die Schülerinnen und Schüler	dichotom nominal Likert-skaliert; <i>0 = nein; 1 = ja</i>

Die schulbezogenen Fragen werden mit Items zu verwendeten Unterrichtsformen zu traditionellen Lehrverfahren, erweiterten Lehrverfahren, weiteren Lehrverfahren und zu Fragen individueller Förderung abgeschlossen (Frey et al., 2009). Diese sind auch in Tabelle 6.15 abgebildet.

**Tabelle 6.15:** Items zu Methoden, Arbeits-, Unterrichts-, Sozialformen an die Lehrkräfte nach Frey et al. (2009).

Skala/Item	Aufgabenformat und Kodierung
Verwendung von Methoden, Arbeits-, Unterrichts-, Sozialformen: Traditionelle Lehrverfahren (3 von 5 Items)	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Verwendung von Methoden, Arbeits-, Unterrichts-, Sozialformen: erweiterte Lehrverfahren	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Weitere Lehrverfahren	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>
Förderung nach individuellen Lernvoraussetzungen	6-Punkt-Likert-skaliert; metrisch, endpunktbenannt; <i>1 = nie bis 6 = immer</i>

*Übersetzung von Messinstrumenten*

Bei der Durchführung eines internationalen Vergleichs ist zu beachten, dass in beiden Unterrichtskulturen dasselbe gemessen wird (Hertel, Hochweber, Steinert, & Klieme, 2010). Werden Fragebögen eingesetzt, müssen diese dahingehend akkurat übersetzt werden. Van de Vijver und Tanzer (2004) diskutieren die Schwierigkeiten der Übersetzung von Instrumenten kulturvergleichender Untersuchungen und betrachten dabei mögliche Verzerrungen sowie die Herstellung größtmöglicher Gleichheit. Es werden zwei Möglichkeiten vorgestellt, um Originaltexte bestmöglich zu übersetzen. Ein Verfahren stellt die Übersetzung und anschließende unabhängige Rückübersetzung dar (Brislin, 1970; Werner & Campbell, 1970). Die Rückübersetzung zeigt, ob mit der übersetzten Version die gleichen Konstrukte erhoben werden und gleichzeitig wird auf weitere Übersetzungsfehler aufmerksam gemacht (Van de Vijver & Tanzer, 2004). Ein zweites Verfahren ist die sukzessive Entwicklung von Übersetzungen (Van de Vijver & Leung, 1997). Auf drei unterschiedlichen Ebenen werden Originaltexte übersetzt. Welche Ebene der Übersetzung ausgewählt wird, hängt von der zu vergleichenden Kultur ab und davon wie stark die Kulturen voneinander abweichen. Die erste Möglichkeit ist die wörtliche Übersetzung in die zu vergleichende Sprache. Hier wird davon ausgegangen, dass die Sprachen demselben Kulturkreis angehören und das zu messende Konstrukt angemessen erhoben wird. Die zweite Möglichkeit ist die Anpassung der Übersetzung an den jeweiligen Kulturkreis. Dabei werden einzelne Testteile wörtlich übersetzt, einige Abschnitte werden an die Kultur angepasst und verändert, in einigen Fällen werden neue Items gebildet. Diese Methode findet in dieser Studie Verwendung. Die dritte Möglichkeit ist das Verfahren des *assembly*, wobei große Abschnitte eines Instruments in die Zielsprache überführt werden. Dieses Verfahren wird vor allem eingesetzt, wenn kulturspezifische Merkmale erfasst werden, die in der Zielsprache andere Konstrukte darstellen (Van de Vijver & Tanzer, 2004).

**Zusammenfassung:**

Zur ganzheitlichen Identifikation kultur- und schulspezifischer Handlungsmuster im Chemieunterricht dient zum einen die Analyse von Unterrichtsvideos, die anhand von verschiedenen Kodiermanualen (*Scientific Inquiry*, Sichtstruktur und Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen) untersucht wurden.

Zusätzlich wurden Fragenbögen erstellt, die sowohl auf der Seite der Schülerinnen und Schüler (schulbezogene Daten, Vorstellung über *Nature of Science* / *Nature of Scientific Inquiry*, Einschätzung des eigenen Chemieunterrichts, Vorwissen, Erkenntnisgewinnungskompetenz, fluide Intelligenz, Lesegeschwindigkeit und -verständnis) als auch auf der Seite der Lehrerinnen und Lehrer (schulbezogene Daten, Vorstellung über *Nature of Science* / *Nature of Scientific Inquiry*, Einschätzung des eigenen Chemieunterrichts) zu einer umfassenden Erhebung möglichst vieler Informationen beitrug.

## 6.3 Design der Studie

### 6.3.1 Anlage der Studie

Bei der Studie handelt es sich um eine alle Ebenen der Inferenz umfassende deskriptive Videostudie mit einem Querschnittsdesign. Dazu werden im klassischen Sinne zwei oder mehrere Merkmale an einer Stichprobe erfasst. Dies ermöglicht die Erfassung von Zusammenhängen zwischen den Merkmalen, die aber zunächst keine kausalen Aussagen zulassen (Bortz, 2010). Vielmehr beziehen sie „sich primär nur auf die Art und Intensität des miteinander Variierens (Kovariierens) zweier oder mehrerer Merkmale“ (Bortz, 2010, S. 506).

Diese Studie zeichnet sich zunächst durch einen internationalen Vergleich aus. In Bezug auf die Auswahl der Kohorten wurde der Chemieunterricht von deutschen Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I (9./10. Jahrgangsstufe), der Sekundarstufe II (11./12. Jahrgangsstufe) und schwedischen Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe im Hinblick auf *Scientific Inquiry* untersucht.

Die Begründung für eine Entscheidung zur Durchführung einer ländervergleichenden bzw. einer schulstufenvergleichenden Studie ergibt sich aus der Möglichkeit zur Identifikation kulturspezifischer Handlungsmuster. Die Problematik des Übergangs von der Sekundarstufe I zur Sekundarstufe II wird in der aktuellen Bildungsforschung, obwohl nur schwach untersucht, immer bedeutender. So bedarf es zum einen einer Unterrichtsanalyse von Klassen, die sich am Ende der Pflichtschulzeit befinden. Zum anderen besteht der Wunsch nach einer größeren Wissensbasis über die Lernprozesse der Sekundarstufe II (Benner & Graham, 2009; Frahm et al., 2011; Köller, Baumert, Cortina, Trautwein, Watermann, 2004; Neuenschwander & Malti, 2009; Scherer, 2012; Schnabel & Schwippert, 2000; Schneider & Tieben, 2011). Aufgrund struktureller und inhaltlicher Unterschiede lassen sich unterschiedliche Unterrichtsmuster in der Sekundarstufe I und II (Melle, Parchmann & Sumfleth, 2004) vermuten. So lassen sich möglicherweise mit Hilfe der beschriebenen Erhebungs- und Testinstrumente kulturspezifische und schulstufenspezifische Muster erkennen, wobei durch die Befragung der Klassen und der Lehrkräfte Zusammenhänge zwischen Unterrichtsverhalten und (meta-) kognitiven Prozessen dargestellt werden können.

### 6.3.2 Ablauf der Studie

In vier Bereichen lässt sich die Durchführung der Studie beschreiben. Die erste organisatorische Ebene umfasst die Akquirierung der teilnehmenden Schulen, die zweite und wichtigste Ebene stellt die der Videoanalyse dar, die dritte die der Entwicklung und Übersetzung des Fragebogens bezüglich der *Views of Nature of Science* bzw. *Nature of Scientific Inquiry* und die vierte Ebene die der Auswahl und Übersetzung weiterer Messinstrumente (Abb. 6.14).



	Akquise	Videoanalyse	<i>Nature of Science/Nature of Scientific Inquiry</i>	weitere Messinstrumente
Januar 2011	Akquise der deutschen und schwedischen Lehrkräfte	Entwicklung eines Kodiermanuals nach dem Verfahren zur Entwicklung von Beobachtungsinstrumenten (Abb. 17)	Theoriegeleitete Entwicklung von Skalen und Items (N = 101)	Auswahl geeigneter Items Skalen und Items aus bereits vorhandenen Fragebögen
August 2011	Detaillierte Informationen für die Lehrkräfte über den Ablauf der Untersuchung	Ermittlung der <i>Inter-Rater-Reliabilität</i>	Übersetzung und Überprüfung der Items (N = 51)	Übersetzung der Items
Januar 2012	Aufnahme und Erhebung der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte	Training zur Anwendung des Kodiermanuals		
August 2012				
August 2013		Analyse der Videos auf Grundlage des Kodiermanuals erneute Überprüfung des Kodiermanuals durch Ermittlung der <i>Inter-Rater-Reliabilität</i>		

**Abbildung 6.14:** Überblick der Ebenen und Schritte der Durchführung.

Um eine Vergleichbarkeit der Unterrichtsvideos in Deutschland und Schweden zu schaffen, wurde das Personal mit Hilfe eines Trainings über die Aufnahme von Unterricht und dessen Aufbau und Schwierigkeiten informiert. Im Folgenden wird die Analyse der Unterrichtsvideos als Mittelpunkt der Studiendurchführung näher erläutert.

### *Analyse der Unterrichtsvideos*

In Bezug auf die Analyseeinheit umfasst diese je zwei Unterrichtsstunden einer Klasse im Fach Chemie, die mit Hilfe des Programms Observer XT© event-basiert kodiert wurden. In einer Vorstudie (Björkman & Tiemann, 2013) wurden die Unterrichtsstunden mit Hilfe von Videograph© (Rimmele, 2008) time-basiert kodiert. Die dabei entstandenen Nachteile waren zum einen die ungenaue Erfassung der Häufigkeiten bzw. der Anfangs- und Endpunkte eines bestimmten Verhaltens durch die Kodierung. Zum anderen fiel die Wahl bezüglich des Videoprogramms auf Observer XT©, da die Erstellung und die Arbeit mit dem entwickelten Kodiermanual wesentlich dynamischer und flexibler erfolgen konnte.

Ganze Unterrichtsstunden *event*-basiert zu kodieren, stellt allerdings eine recht untypische Art der Kodierung dar, weil meist nur kleine, im Fokus der Fragestellungen stehende Abschnitte

auf diese Weise analysiert werden. Grund dafür ist der große Arbeitsaufwand, da die Bestimmung der Anfangs- und Endpunkte mehrerer Verhaltensweisen im Unterricht sehr viel Zeit, Konzentration und Erfahrung benötigt. Um den Aufwand der Analyse zu reduzieren, wurden vor der Analyse die Unterrichtsstunden so zugeschnitten, dass die Unterrichtsvideos mit dem Beginn der Stunde starten und mit der Beendigung der Stunde stoppen. Pausen sowie Störungen können die Unterrichtszeit minimieren.

Weiterhin fiel die Entscheidung zur Wahl auf *mutually exclusive* und *exhaustive* Kategorien, wodurch jeweils nur eine Kategorie der Variablen (Abb. 6.6 bis 6.12) und gleichzeitig Kategorien anderer Variablen kodiert werden können. Über zehn Prozent ( $N = 5$ ) der Unterrichtsvideos wurden doppelt kodiert.

### *Testadministration*

Insgesamt standen für die Datenerhebung pro Klasse vier Unterrichtsstunden (180 Minuten) zur Verfügung. Zwei Unterrichtsstunden wurden davon audio-visuell im Fach Chemie erfasst und zwei weitere Unterrichtsstunden wurden für die Erhebung der Daten der Klasse und der Lehrkraft benötigt. Während die Lehrkräfte zur Bearbeitung des Fragebogens zusätzliche Zeit erhielten, musste die Dauer für das Ausfüllen der Testinstrumente der Schülerdaten detailliert geplant werden (Tab. 6.16).

**Tabelle 6.16:** Testinstrumente und Testdauer.

<b>Testinstrument</b>	<b>Testdauer</b>
Videofragebogen	3 Minuten
Allgemeiner Fragebogen (demografische und schulbezogene Schülerdaten, chemiespezifisches Interesse zu ausgewählten Themen, Interesse und Motivation, Lernzeit und Selbstkonzept bezogen auf das Fach Chemie)	10 Minuten
<i>Views of Nature of Science / Views of Nature of Scientific Inquiry</i>	15 Minuten
subjektive Einschätzung des Erkenntnisgewinnungsprozesses im Chemieunterricht	5 Minuten
Vorwissenstest	15 Minuten
Erkenntnisgewinnungskompetenz	30 Minuten
Intelligenz	8 Minuten
Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest	4 Minuten

## 6.4 Statistische Analysen

Zur Analyse der Unterrichtsvideos können erstens die prozentualen Anteile der einzelnen Variablen berechnet werden, um kulturspezifische Handlungsmuster identifizieren zu können. Die Identifikation erfolgt nach der klassischen Testtheorie durch Unterschiedsanalysen in Form von Signifikanztests. Dabei werden die schwedische Stichprobe und die der deutschen

Sekundarstufe I sowie Stichproben der Sekundarstufe I und II miteinander verglichen. Darüber hinaus zeigen die Effektstärken die Gewichtung eines postulierten Unterschieds an.

Zweitens können mit Hilfe des Programms Observer XT© die event-basierten Daten in kleinen Einheiten wiedergegeben werden, um andere Darstellungsformen wie die so genannten *lesson signatures* (Givvin et al., 2005; Hiebert et al., 2003) zu konstruieren. Mit dieser Methode können die Abfolgen der Phasen der Erkenntnisgewinnung des Chemieunterrichts der jeweiligen Stichprobe deutlich gemacht werden.

Sind die Daten geeignet, können drittens nach der probabilistischen Testtheorie Berechnungen in Form von latenten Profilanalysen durchgeführt werden. Dies ermöglicht die Feststellung, welche Unterrichtsvideos in Bezug auf die Anteile der *Inquiry*-Phasen zusammengehören.

Diese drei Herangehensweisen stellen unterschiedliche und auch untypische Wege dar, kulturspezifische Handlungsmuster aufzuzeigen, allerdings ermöglichen sie alle auf unterschiedliche Weise die Abbildung von dominanten oder unterrepräsentierten Verhaltens- und Gestaltungsweisen im Chemieunterricht und werden im Folgenden näher erläutert.

### 6.4.1 Unterschiedsanalysen

Die naheliegendste und einfachste Art kulturspezifische und schulstufenübergreifende Handlungsmuster zu identifizieren, ist der Vergleich durchschnittlicher prozentualer zeitlicher Anteile bestimmter Verhaltensweisen zwischen den Stichproben (Stigler et al., 1999). Einige Studien geben statt prozentualer Anteile absolute zeitliche Anteile an (Seidel, 2003; Reyer, 2004). Diese Art der Analyse kann allerdings nur dann stattfinden, wenn die Unterrichtszeiten der einzelnen Stichproben nicht stark variieren. Aufgrund der unterschiedlichen Stundenlängen wird beim Vergleich der Unterrichtsvideos auf die Darstellung prozentualer Anteile zurückgegriffen. Um Häufigkeitsanalysen und anschließende Signifikanztests mit prozentualen Anteilen berechnen zu können, muss zuvor geklärt werden, ob diese parametrisch oder nicht-parametrisch erfolgen könne, wofür die Daten normalverteilt vorliegen müssen.

#### *Prüfung der Normalverteilung*

Es gibt verschiedene Wege die Daten auf eine Normalverteilung zu testen (Tab. 6.17).

**Tabelle 6.17:** Übersicht über Test zur Überprüfung der Normalverteilung.

<b>Maßnahmen zur Ermittlung der Normalverteilung</b>	<b>Bemerkungen</b>	<b>Normalverteilungsannahme wenn ...</b>	<b>Quelle</b>
<i>Chi-Quadrat-Test</i>	- anwendbar bei großen Stichproben - nicht sehr leistungsfähig	... Werte über dem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ liegen.	Lilliefors, 1967
<i>Kolmogorov-Smirnov-Test</i>	- anwendbar auch bei kleinen Stichproben - leistungsfähiger als andere Normalverteilungstests	... Werte über dem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ liegen. ... Werte der extremsten Differenzen diesen nicht überschreiten	Bortz, 2010; Lilliefors, 1967; Ebermann, 2010
<i>Shapiro-Wilks-Test</i>	- anwendbar auch bei kleinen Stichproben	... Werte über dem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ liegen.	Shapiro & Wilk, 1965
Histogramme	- Verzerrung durch kleine Stichproben	... augenscheinlich eine symmetrische Kurve der Häufigkeiten der Daten mit einem Maximum im mittleren Bereich zu beobachten ist.	Bortz, 2010; Dormann, 2013
Quantile-Quantile-Plots (Q-Q-Plots)	- Verzerrung der Ergebnisse durch optische Prüfung der Diagramme	... Datenpunkte bilden eine Diagonale	Wilk & Gnanesikan, 1968

Das Vorliegen einer Normalverteilung der erfassten Daten erscheint allerdings – aufgrund von Verhaltensweisen, die sich gegenseitig beeinflussen – eher unwahrscheinlich. Wird beispielsweise der Anteil der Phase *Untersuchung* wie erwartet häufiger und zeitlich länger kodiert als die Phase *Fragestellung* (Abb. 6.7), so wird Letzteres nicht normalverteilt vorliegen. Zur Kennzeichnung einer vorliegenden Normalverteilung werden diese Stichproben in der Spalte der Gruppe unterstrichen.

### *Überprüfung von Unterschiedshypothesen*

Um Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen identifizieren zu können, werden Häufigkeiten sowie deren Unterschiede untersucht. Bei parametrischen Daten werden meist die Mittelwerte sowie die Standardabweichungen betrachtet (Clauß, Finze & Partzsch, 2011). Bei nicht-parametrischen Daten findet eine Betrachtung des Medians statt. Den Vorteil des Medians stellt die Robustheit gegenüber Ausreißern dar (Moosbrugger & Kaleva, 2008). In dieser Studie werden sowohl der Mittelwert, die Standardabweichung und der Median angegeben, obwohl der Großteil der Daten nicht normalverteilt vorliegt. Dies ermöglicht ein bestmöglich-

ches Verständnis der Ergebnisse, da sowohl die durchschnittliche Umsetzung von *Scientific Inquiry* als auch Ausreißer erfasst werden können.

Sind die Daten normalverteilt und intervallskaliert, so können weitere parametrische Berechnungen durchgeführt werden wie beispielsweise der T-Test (Field, 2009). Dabei wird getestet, ob sich die zu überprüfenden Parameter der Stichproben signifikant voneinander unterscheiden. Dies ist der Fall bei einem Signifikanzniveau unter  $p < 0.05$  (Dette & Härdle, 2013). Wenn eine ausreichend große Stichprobe vorliegt, kann aufgrund der Robustheit des T-Tests in Bezug auf Verletzungen der Voraussetzungen auch dieser verwendet werden (Bortz, 2005). Ist keine Normalverteilung erfüllt, so können nicht-parametrische zur Berechnung der Gleichheit bzw. zur Unterschiedlichkeit von Parametern zweier Stichproben verwendet werden. Während der Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen nicht normalverteilten Stichproben verwendet wird, kann der Wilcoxon-Test zur Berechnung von Unterschieden innerhalb einer Stichprobe bzw. zwischen zwei abhängigen Stichproben eingesetzt werden, wodurch auch Unterschiede innerhalb eines Landes erfasst werden und in die Analyse einfließen können (Reuschenbach, 2009). In der vorliegenden Studie werden allerdings nur die Unterschiede zwischen den Populationen (zwischen Schweden und Sekundarstufe I; zwischen Sekundarstufe I und II) untersucht.

Der Mann-Whitney-U-Test berechnet die Unterschiede nicht über die Mittelwertsdifferenzen, sondern durch die Rangsumme der zu überprüfenden Parameter (Tallarida & Murray, 1987; Bortz, 2010):

$$U_{1/2} = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1 \cdot (n_1 + 1)}{2} - T_{1/2}$$

U = U-Wert

n = Stichprobengröße

T = Rangsumme der Parameter

Laut Nullhypothese wird ein U-Wert von  $\mu_U = \frac{n_1 \cdot n_2}{2}$  erwartet, wobei sich der auftretende U-Wert symmetrisch um  $\mu_U$  verteilt. Der Standardfehler des U-Wertes lautet dabei (Bortz, 2010):

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

Zur Umwandlung des Wertes in einen z-Wert und zur anschließenden Berechnung der nicht-parametrischen Effektstärke (s.u.) kann folgenden Gleichung verwendet werden (Bortz, 2010; Field, 2009):

$$z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U}$$

Ergibt sich ein signifikanter Unterschied bei einer Stichprobe  $N > 30$  (Vergleich Sekundarstufe I – Schweden) ist die asymptotische Signifikanz (2-seitig) und bei einer Stichprobe  $N < 30$  (Vergleich Sekundarstufe I – Sekundarstufe II) zusätzlich die exakte Signifikanz (2-seitig) anzugeben (Field, 2009).

Um Aussagen darüber treffen zu können, ob ein Ergebnis vergleichbar und statistisch qualitativ hochwertig ist, werden Signifikanzniveaus angegeben, die festlegen, wann eine Nullhypothese abgelehnt wird. In der hiesigen Arbeit genügt ein Signifikanzniveau von  $\alpha = .06$ .

### *Effektstärken*

Um die Bedeutsamkeit eines signifikanten Unterschieds zu überprüfen, wird die Teststärke durch die Größe des Effekts ermittelt (Bortz, 2010). Die Effektgröße oder Effektstärke stellt eine objektive und meist standardisierte Messung der Größe eines beobachteten Effekts dar (Field, 2009). Die standardisierte Effektstärke lautet (Bortz, 2010; McGrath & Meyer, 2006):

$$\delta = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma}$$

$\mu$  = Mittelwerte der Parameter der jeweiligen Population

$\sigma$  = Standardabweichung unter der Annahme gleicher Varianzen

Vorteile sind zum einen die Vergleichbarkeit dieser Effektstärke in verschiedenen Studien, die unterschiedliche Variablen bzw. unterschiedliche Messskalen zur Messung eines bestimmten Merkmals verwendet haben (Field, 2009) und zum anderen die leichte Berechnung. Bei parametrischen Verfahren werden meist die Effektstärken Cohens  $d$  und der Pearsons Korrelationskoeffizient  $r$  verwendet (Field, 2009). Tabelle 6.18 zeigt die Werte zu den jeweiligen Effektstärkegraden.

**Tabelle 6.18:** Größe der Effektstärken von  $d$  und  $r$  nach Field (2009); Bortz (2010).

	Cohens $d$	Pearsons $r$
Kleiner Effekt	.02	.10
Mittlerer Effekt	.05	.30
Großer Effekt	.08	.50

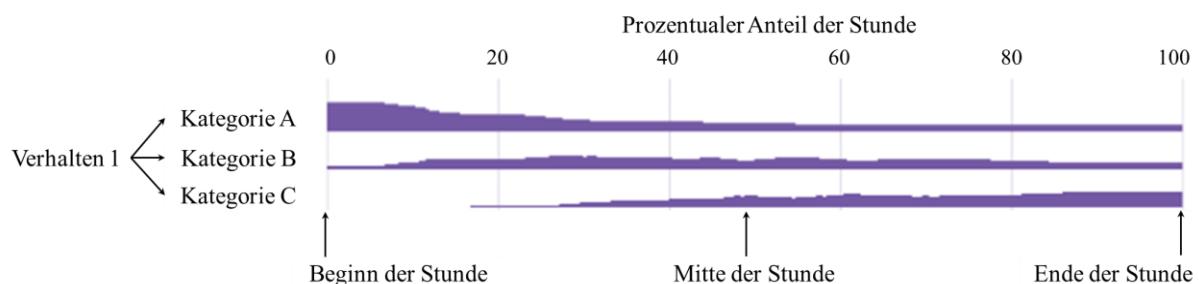
Die Effektstärke bei non-parametrischen Daten ist nicht mithilfe der bereits vorgestellten Verfahren berechenbar. Im Fall nicht-parametrischer Daten wird folgende Berechnung durch die Hinzunahme des  $z$ -Wertes und der Stichprobengröße verwendet (Rosenthal, 1991):

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$$

Ergibt  $r$  einen Wert  $< .3$  so handelt es sich um einen mittleren Effekt, ein Wert  $< .5$  repräsentiert einen großen Effekt (Field, 2009).

#### 6.4.2 Lesson signatures

Zur Darstellung des Ablaufs von Unterricht gibt es in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung mehrere Möglichkeiten. So dienen so genannte Sachstrukturdiagramme zur Analyse inhaltlicher Strukturen im Unterricht und geben Aufschluss darüber, wie Lehrkräfte bestimmte Themen in den Unterricht einbetten und strukturieren (Brückmann & Duit, 2014). Zur Analyse von Verläufen des *Inquiry*-Prozesses nutzen Sumfleth, Rumann und Nicolai (2004) sowie Walpuski und Sumfleth (2009) für die Analyse von Chemieunterricht so genannte *process plots*. Mit Hilfe von Symbolen und Schattierungen kann zum einen der Ablauf der Erkenntnisgewinnungsschritte und zum anderen die Richtigkeit dieser dargestellt werden (Walpuski & Sumpleth, 2009). Aufgrund theoretischer und methodischer Abweichungen wird in dieser Studie auf eine dritte Möglichkeit zurückgegriffen, um kultur- und schulstufenspezifische Unterschiede innerhalb der Gestaltung von Chemieunterricht zu identifizieren. Diese ist die Erstellung von so genannten *lesson signatures*. Zentral waren diese *signatures* vor allem in der TIMS-Videostudie 1999, von denen eine in Abb. 6.15 exemplarisch dargestellt ist.



**Abbildung 6.15:** Beispiel einer *lesson signature* nach Hiebert et al., 2003; S. 127.

Die Erstellung einer *lesson signature* dient der Darstellung des Verlaufs bestimmter, einzelner Merkmale im Unterricht. Zur Entwicklung solcher *signatures* werden die Unterrichtsvideos hinsichtlich der zu untersuchenden Verhaltensvariablen in gleichgroße Abschnitte geteilt. Dies ermöglicht eine Transformation des Verhaltens auf eine zeitliche Skala, was sowohl den zeitlichen Verlauf als auch das Zusammenspiel verschiedener Verhaltensweisen sichtbar macht. Die Unterrichtszeit wurde in Form von prozentualen Anteilen standardisiert, da die Unterrichtszeiten der Unterrichtsvideos der TIMS-Studie 1999 sehr stark (zwischen 28 und 119 Minuten) variierten. Ähneln sich Unterrichtsmuster zwischen den Ländern in Bezug auf das Auftreten und den Verlauf von Gestaltungsweisen, so wird das mit Hilfe der *lesson signatures* deutlich gemacht. Gleichzeitig werden aber auch gestalterische Unterschiede einer

Stichprobe ersichtlich, wenn im Vergleich starke Variationen zu beobachten sind (Hiebert et al., 2003).

Nachteil dieser Darstellung stellt die Verzerrung der Unterrichtsstunden dar, die aufgrund der starken Schwankungen der Unterrichtszeit im Fall der TIMSS-Unterrichtsvideos nicht zu verhindern sind. Wenn jedoch die Unterrichtszeiten nicht stark variieren, ließe sich auch eine *lesson signature* mit absoluten Unterrichtszeiten erstellen, indem die jeweiligen Unterrichtsstunden in 20 Sekundenintervalle geteilt werden und die zu untersuchenden Verhaltensweisen innerhalb der 20-Sekunden-Intervalle von jeder Unterrichtsstunde gemittelt werden. Einziger Nachteil ist, dass zum Ende der *lesson signatures* die Darstellung immer ungenauer wird, da die Unterrichtsstunden unterschiedliche Zeiten aufweisen und somit am Ende nur noch die Phasen einzelner Lehrerinnen und Lehrer gezeigt werden. Allerdings kann der Verlauf der Unterrichtsstunden im Fach Chemie der einzelnen Stichproben, wenn die Stundenzeiten relativ homogen sind, gut dargestellt werden. Weiterhin stellt diese Methode eine Alternative zu der Durchführung von T- und U-Tests dar, bei denen die Mittelwerte betrachtet werden.

### 6.4.3 Latente Profilanalyse

Eine dritte Möglichkeit zur Identifikation und Bestätigung kulturspezifischer Handlungsmuster ist die Anwendung einer latenten Profilanalyse. Während die latente Profilanalyse in der Psychologie bereits sehr lange angewendet wird (u.a. Bergman & El-Khoury, 1999; Fletcher, Marks & Hine, 2012; Pastor, Barron, Miller & Davis, 2007; Schwinger, Steinmayr & Spinath, 2012; Tuominen-Soini, Salmela-Aro & Niemivirta, 2012; Tanaka, 1987), bedienen sich nun auch Studien aus dem Bereich der Erziehungswissenschaft und der Naturwissenschaftsdidaktik des Verfahrens (z.B. Billich-Knapp, Künsting & Lipowsky, 2012; Marsh, Lüdtke, Trautwein & Morin, 2009; Scherer, 2012).

Das Verfahren der latenten Profilanalyse ermöglicht die Klassifizierung von Personen in gleichartige Gruppen oder Profile mit ähnlichen (Verhaltens-)Mustern (Tuominen-Soini et al., 2012). Im Gegensatz zu eher variablenzentrierten Verfahren wie der Regression oder den Strukturgleichungsmodellen, die die Vorhersage bestimmter Ergebnisse zum Ziel haben, fokussiert die latente Profilanalyse auf die Zusammenfassung von Personengruppen auf Grundlage kontinuierlicher metrischer Daten (Marsh et al., 2009). Das Verfahren ist vergleichbar mit einer Cluster-Analyse, wobei die ermittelten Profile vielmehr eine modellbasierte Mischung aus latenten Variablen darstellt (Pastor et al., 2007).

Die minimale Stichprobengröße für die Durchführung einer latenten Profilanalyse ist nicht exakt zu bestimmen. So erstellten Bornstein und Benasich (1986) bereits mit einer Stichprobe von  $N = 35$  latente Profile zum Blickverhalten von Säuglingen. Tanaka (1987) empfiehlt eine Mindeststichprobenanzahl von  $N = 50$ . Er weist allerdings darauf hin, dass die *model fits* über die Qualität der latenten Profile bestimmen.

Die Analyse der *model fits* der latenten Profile lässt darauf schließen, durch welche (kleinste) Anzahl an Profilen die latenten Gruppen am besten beschrieben werden. Durch die schrittwei-



se Erhöhung der Profile und den Vergleich der *modell fits* wird die optimale Anzahl ermittelt. Der *Bayesian Information Criterion* (BIC) sowie die p-Werte des *Vuong-Lo-Mendell-Rubin* (VLMR) und des *Lo-Mendell-Rubin-Likelihood-Ratio-Tests* (LMR) stellen solche *fits* dar (Touminen-Soini et al, 2012). Während der BIC einen möglichst niedrigen Wert aufweisen sollte (Posada & Buckely, 2004), zeigen die Übrigen durch einen p-Wert unter .05 optimale Zahlen (Lo, Mendell & Rubin, 2001). Einen weiteren *fit* stellt die Entropie dar. Diese weist Werte von 0 bis 1 auf, wobei ein Wert nahe 1 eine höhere Qualität des Modells zeigt (Pastor et al., 2007).

Mit Hilfe des Programms Mplus (Muthén & Muthén, 2010) werden die Profile berechnet.

#### 6.4.4 Fragebogenauswertung

Für den Vergleich der Stichproben ist es wichtig, Items zu identifizieren, die in allen Gruppen zufriedenstellende Itemparameter zeigen. Zur Minimierung eines Itembias werden in der Itemreduktion nur Items ausgewählt, die in Bezug auf die Trennschärfe zufriedenstellende Werte aufweisen. Dies kann dazu führen, dass eine große Anzahl an Items verworfen werden müssen, die zuvor erhoben wurden.

##### *Trennschärfeanalyse*

Ein Schritt zur Qualität der Items ist die Betrachtung der Trennschärfe jedes Items. Die Trennschärfe eines Items misst den Zusammenhang eben dieses Items mit einer Skala über eine korrigierte Korrelation (durch eine part-whole-Korrektur). Die Trennschärfeanalyse zeigt, wie gut das jeweilige Item zu einer Skala passt, die aus mehreren aufsummierten Items besteht. Letztendlich sollen alle Items das gleiche Konstrukt messen (Bühner, 2006).

Bei den hiesigen Items werden ausschließlich intervallskalierte Items geprüft, wodurch sich eine Produkt-Moment-Korrelation durchführen lässt, die die Trennschärfe des jeweiligen Items ausgibt (Bühner, 2006). Die Formel zur Berechnung lautet (Bühner, 2006; Keleva & Moosbrugger, 2011):

$$r_{ix(x-i)} = \frac{r_{ix}SD(x) - SD(x_i)}{\sqrt{SD(x)^2 + SD(x_i)^2 - 2r_{ix}SD(x)SD(x_i)}}$$

$r_{ix(x-i)}$  = Trennschärfekoeffizient der Aufgabe mit der Skala x, bei der Aufgabe it nicht berücksichtigt ist

$r_{ix}$  = Korrelation des Items i mit der Skala x

$SD(x_i)$  = Standardabweichung des Items i

$SD(x)$  = Standardabweichung der Skala x

Die Trennschärfekoeffizienten sollten möglichst positiv und hoch sein (zwischen .4 und .7), da dann davon ausgegangen werden kann, „dass die einzelnen Items sehr ähnlich differenzieren wie der Gesamttest“ (Keleva & Moosbrugger, 2012, S. 86).

### *Schwierigkeitsanalyse*

Bei Nominaldaten werden bestimmte Schwierigkeitsindizes verwendet, wobei die Schwierigkeitsindizes von Ratingskalen (wie es in dieser Arbeit der Fall ist) meist durch den Mittelwert angegeben werden (Bühner, 2006). Ausgegeben werden kann dann der Mittelwert folgendermaßen: „Der Schwierigkeitsindex  $P_i$  eines Items ist der Quotient aus der bei diesem Item tatsächlich erreichten Punktsumme aller  $n$  Probanden und der maximal erreichbaren Punktsumme, multipliziert mit 100 (Keleva & Moosbrugger, 2011).“ In dieser Arbeit wird auf den Mittelwert der Items verwiesen.

### *Faktorenanalyse*

Zur Überprüfung, ob die einzelnen Items einer Skala bzw. einem Konstrukt zuzuordnen sind, wird eine explorative Faktorenanalyse durchgeführt. Dabei soll herausgefunden werden, welche Faktoren, Skalen und Items statistisch zusammenhängen. Über die Anzahl der Faktoren sind zuvor keine Hypothesen aufgestellt worden.

Eine Möglichkeit die Anzahl der Faktoren zu ermitteln, ist die Erstellung einer Graphik zum Eigenwerteverlauf der zu prüfenden Items durch so genannte *Screeplots*. Hierbei werden „die Faktoren zunächst nach ihrer Größe geordnet (...). Sodann werden die Faktoren nach ihrer Ordnungszahl auf der Abszisse und die Ausprägung ihrer Eigenwerte auf der Ordinate abgetragen. Die nach ihrer Größe geordneten Eigenwerte werden durch eine Linie miteinander verbunden. In der Regel zeigt der Screeplot im Eigenwerteverlauf einen deutlichen Knick, ab dem sich der Graph asymptotisch der Abszisse annähert“ (Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2006, S. 330). Die Faktoren, die sich in der Graphik vor diesem Knick befinden, geben die Anzahl dieser wieder.

Im Anschluss an die Erstellung der Screeplots ist es möglich, anhand der nun ermittelten optimalen Faktorenanzahl eine Faktorenrotation durchzuführen. Diese Rotation dient der Erreichung einer Einfachstruktur, bei der jedes Item nur einem Faktor zuzuweisen ist (mit einer möglichst hohen Faktorladung) und bei allen anderen Faktoren dementsprechend niedrige Faktorladungen aufweisen. Um eine voneinander unabhängige Interpretation der einzelnen Faktoren zu ermöglichen, führt man zusätzlich eine so genannte *Varimax-Rotation* durch (Moosbrugger & Schermelleh-Engel, 2011).

In dieser Arbeit stellt die explorative Faktorenanalyse eine weitere Methode dar, um die letztendliche Auswahl der Items zu rechtfertigen.

#### 6.4.5 Korrelationsanalysen

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die Unterschiedsanalysen zwischen den Stichproben Schweden und der Sekundarstufe I und II.

Weiterhin sollen Zusammenhänge zwischen den Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und der Umsetzung der *Inquiry*-Phasen sowie zwischen der Umsetzung und den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* geprüft werden.

Eine Überprüfung des Zusammenhangs von zwei Variablen bzw. Merkmalen wird durch die partielle Korrelation ermöglicht. „Die partielle Korrelation gibt den linearen Zusammenhang zweier Variablen an, aus dem der lineare Einfluss einer dritten Variablen eliminiert wurde“ (Bortz, 2010, S. 341). In dieser Studie ist die dritte Variable die der Gruppenzugehörigkeit.

Die Formel der partiellen Korrelation  $r_{01.2}$  lautet (Bortz, 2010), wobei  $r_{01,02,12}$  die Werte der Einzelkorrelationen darstellen:

$$r_{01.2} = \frac{r_{01} - r_{02} \cdot r_{12}}{\sqrt{1 - r_{02}^2} \cdot \sqrt{r_{12}^2}}$$

In der vorliegenden Studie wird durch die Partialkorrelation überprüft, ob die Gruppenzugehörigkeit einen Einfluss auf den jeweiligen Zusammenhang hat. Für diese Studie wurde der Grenzwert  $r \leq .05$  (Zöfel, 2003) für das Bestehen eines mittleren Zusammenhangs festgelegt.

## 7 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die zentralen Ergebnisse für die Beantwortung der Fragestellungen vorgestellt. Abschnitt 7.1 dient der Ergebnisdarstellung in Bezug auf die Qualität verwendeter Instrumente wie dem Videokodiermanual und den Schüler- und Lehrerfragebögen. Im Anschluss daran (Abschnitt 7.2) werden die Ergebnisse vorgestellt, die sich mit der Normalität bzw. der Authentizität der Unterrichtsstunden befassen. Die Darstellung der ländervergleichenden Ergebnisse der Videostudie folgt im Abschnitt 7.3 und die Ergebnisdarstellung des Schulstufenvergleichs in Abschnitt 7.4. Anschließend werden die Ergebnisse zu den Phasen in Bezug auf die Offenheitsgrade, auf die explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses und auf die Qualität der naturwissenschaftlichen Untersuchung vorgestellt.

In dem darauf folgenden Abschnitt werden die Zusammenhänge zwischen den Lehrervorstellungen in Bezug auf *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und der Umsetzung von *Scientific Inquiry*, den Offenheitsgraden, der expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen, der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses sowie der Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen vorgestellt (Kapitel 7.5). In Kapitel 7.6 werden die im vorherigen Abschnitt untersuchten Zusammenhänge mit den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* vorgestellt.

In einigen Fällen werden lediglich Teile von Ergebnistabellen dargestellt. Die ausführlichen Tabellen sind in Anhang 11.5 zu finden.

### 7.1 Qualität der Instrumente

Die Qualität der vorgestellten Studie hängt von den erstellten und eingesetzten Messinstrumenten ab, deren Inhalte bereits im Abschnitt 6.2 vorgestellt wurden. Bevor also die Ergebnisse der Untersuchung erläutert werden, wird zunächst die Qualität der für die Studie entwickelten Instrumente wie Kodiermanuals und Fragebögen diskutiert. Dabei werden nur Messinstrumente, die auch für den Ergebnisteil bedeutsam sind, angeführt.

Ein zentrales Instrument der Videostudie ist das Kodiermanual, das insgesamt 17 Variablen mit bis zu elf Kategorien mit wiederum bis zu sechs *Modifier* beinhaltet. Tabelle 7.1 zeigt die Kodiervariablen mit den dazugehörigen *Inter-Rater*-Reliabilitäten. In den doppeltkodierten Videos (insgesamt fünf Videos) konnten nicht alle Variablen beobachtet werden. Diese werden als *invalid* angezeigt. Die Kodierung *Identifizierung relevanter Variablen* wurde in keinem Unterrichtsvideo kodiert. Daher kann nicht beurteilt werden, ob die Variable reliabel ist. Aus diesem Grund wurde sie aus dem Kodiermanual entfernt und geht nicht in die Ergebnisdokumentation ein.

Die übrigen Variablen weisen gute bis sehr gute *Inter-Rater*-Reliabilitäten auf und können daher zur Videoanalyse verwendet werden. Darüber hinaus kann auch in Bezug auf das Kodiermanual *Scientific Inquiry* nicht nur von einem objektiven und validen, sondern auch von einem reliablen Instrument gesprochen werden.

**Tabelle 7.1:** Variablen des Kodiermanuals *Scientific Inquiry* und die dazugehörigen *Inter-Rater*-Reliabilitäten.

Variable	Reliabilität Cohen's Kappa $\kappa$ M (Range)
Phasen von <i>Scientific Inquiry</i>	.89 (.80 – 1.0)
Metakognitive Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses	1.0 (invalid* – 1.0)
Entwicklung und Sicherung von Fragestellungen	.93 (invalid – 1.0)
Entwicklung und Sicherung von Hypothesen	.88 (invalid – 1.0)
Planung und Sicherung einer naturwissenschaftlichen Untersuchung	.89 (.72 – 1.0)
Identifizierung relevanter Variablen	Invalid
organisatorischer Auf- bzw. Abbau der naturwissenschaft- lichen Untersuchung	.92 (invalid – 1.0)
inhaltliche Durchführung der naturwissenschaftlichen Un- tersuchung	.91 (.71 – 1.0)
Sammlung und Sicherung der Untersuchungsdaten	.88 (invalid – 1.0)
Auswertung und Sicherung	.86 (invalid – .91)
Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten	1.0 (invalid – 1.0)
Schlussfolgerung und Sicherung	.87 (invalid – 1.0)
Interpretation und Sicherung	.87 (invalid – .92)
Ergebnis der Interpretation	.77 (invalid – .87)
Generalisierung und Verallgemeinerung	1.0 (invalid – 1.0)
Reflexion und Sicherung	1.0 (invalid – 1.0)
andere Unterrichtsaktivitäten und Sicherung	.75 (.56 – .89)

\* invalid = wurde nicht kodiert, da nicht beobachtet

Ein nicht zentrales, aber dennoch wichtiges Instrument stellt der Videofragebogen dar, der von den Schülerinnen und Schülern nach den gefilmten Unterrichtsstunden ausgefüllt wurde. Die Ergebnisse dieses Fragebogens zeigen, ob die gefilmten Stunden aus ihrer Sicht normalen Chemieunterricht darstellten. Eine Faktorenanalyse (Tab. A5.1) sowie Korrelationsanalyse (Tab. A5.2) ergaben, dass sich die Items auf zwei Skalen verteilen (Tab. A5.3 und A5.4) – zum einen auf eine Skala zur *Gleichheit des Unterrichts* (im Vergleich zu anderen *gewöhnlichen* Stunden) und zum anderen zur *Schülerwahrnehmung*. Folglich kann der Videofragebogen Aufschluss über zwei Aspekte des Chemieunterrichts geben: Zum einen darüber, ob die Schülerinnen und Schüler den gefilmten Unterricht als gewöhnlich einschätzen und zum anderen, wie sie ihr eignes Verhalten in der gefilmten Unterrichtssituation beurteilen.

Ein weiteres Instrument, das die Qualität der Umsetzung von *Scientific Inquiry* in Schweden und Deutschland überprüft, stellt das Kategoriensystem zur *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* dar. Es ist ein Ratingsystem, dessen Inter-Rater-Reliabilität über den Koeffizienten Spearmens Rho berechnet wird. Dieser beträgt  $r_s = .74$  für das Kategoriensystem zur Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen (Geipel, 2013), was einen zufriedenstellenden Wert darstellt. Die Itemanalyse des Instruments zeigt, dass sich über die drei untersuchten Stichproben hinweg lediglich zehn Items als reliabel erweisen (Tab. A5.5). Die Skala *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* setzt sich daher aus den Items zusammen, die zufriedenstellende Trennschärfen aufweisen.

Das Instrument zur Messung der Lehrer- und Schülervorstellungen im Bereich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* besteht aus insgesamt 51 Items. Ursprünglich wurden die Items aus elf Skalen gebildet (Tab. 6.9), doch die Analyse der Items ergab keine Trennung in die zuvor gebildeten Skalen. Nach der Itemanalyse wird daher nur von einer NoS/NoSI-Skala gesprochen, auf deren Grundlage die Summenscores der Schülerinnen und Schüler und Lehrkräfte gebildet werden.

Im Anhang zeigt Tabelle A5.6 die Itemkennwerte und die auf dieser Grundlage verwendeten Items. Aus 51 ursprünglichen Items konnten 25 generiert werden, die für alle drei Stichprobengruppen eine testtheoretisch zufriedenstellende Skala ergaben. Die Itemkennwerte der Lehrerfragebögen sind teilweise schlecht, was an der niedrigen Stichprobenanzahl liegt.

## 7.2 Authentizität der Unterrichtsstunden

Um die Authentizität der Unterrichtsvideos beurteilen zu können, ist es notwendig, die Schülerinnen und Schüler zu ihren Wahrnehmungen hinsichtlich der gefilmten Stunde zu befragen. So wurde jeweils im Anschluss jeder gefilmten Doppelstunde ein Videofragebogen ausgeteilt (Tab. 6.14). Der Fragebogen wurde von insgesamt 20 Klassen ( $N_{\text{Schweden}} = 12$ ,  $N_{\text{Sek I}} = 10$ ,  $N_{\text{Sek II}} = 8$ ) mit insgesamt  $N = 527$  Schülerinnen und Schülern ( $N_{\text{Schweden}} = 176$ ,  $N_{\text{Sek I}} = 233$ ,  $N_{\text{Sek II}} = 118$ ) ausgefüllt. In Tabelle 7.2 werden die Ausprägungen der einzelnen Skalen in Form ihrer Mittelwerte, der Standardabweichungen und der Mediane dargestellt. Deutlich wird zum einen, dass in allen Stichprobengruppen die Werte der Skala *Gleichheit der Stunden* recht hoch sind, sich diese aber für die schwedische Stichprobe und die der Sekundarstufe I nicht signifikant unterscheiden. Zum anderen unterscheiden sich diese beiden Stichprobengruppen allerdings signifikant in Bezug die Schülerwahrnehmung. So empfinden die deutschen Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I die gefilmten Unterrichtsstunden interessanter als die in der schwedischen Stichprobe bzw. empfinden den gefilmten Chemieunterricht motivierender und variierender als die schwedischen Schülerinnen und Schüler. Der Unterschied weist aber eine niedrige Effektstärke auf. Trotzdem zeigt dies, dass die folgenden Ergebnisse in Relation zur Schülerwahrnehmung betrachtet werden müssen.

**Tabelle 7.2:** Ergebnisse zum Videofragebogen zur Wahrnehmung der Authentizität des gefilmten Unterrichts der Stichprobengruppen Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Gleichheit der Stunden	Schweden	8.88	2.17	9	U = 16080.0; Z = -1.448; p = .148	-.10
	Dtl. (Sek I)	9.19	1.93	10		
Schülerwahrnehmung	Schweden	12.37	2.79	13	U = 140237.5; Z = -3.061; p = .002	-.16
	Dtl. (Sek I)	13.16	2.94	14		

Ein Vergleich der Gruppen der Sekundarstufe I und II zeigt, dass sich diese beiden in Bezug auf die Gleichheit der Unterrichtsstunden signifikant unterscheiden (Tab. 7.3). Allerdings zeigt die Signifikanz ebenfalls einen kleinen Effekt. Dass die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II die gefilmten Chemiestunden als *normaler* empfinden als die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I, muss dennoch genauso in den folgenden Ergebnissen Betrachtung finden.

**Tabelle 7.3:** Ergebnisse zum Videofragebogen zur Wahrnehmung der Authentizität des gefilmten Unterrichts der Stichprobengruppen der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Gleichheit der Stunden	Sek I	9.19	1.93	10	U = 110478.0; Z = -2.098; p = .036	-.11
	Sek II	9.73	1.59	10		
Schülerwahrnehmung	Sek I	13.16	2.94	14	U = 12654.0; Z = -.717; p = .473	-.04
	Sek II	13.64	2.20	13		

### 7.3 Ländervergleichende Ergebnisse zur Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht

Zunächst wird die Unterrichtszeit der Chemiestunden in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I verglichen. In Tabelle 7.4 wird deutlich, dass in den untersuchten Ländern Doppelstunden bzw. zwei Einzelstunden unterschiedlich lange andauern. Die schwedischen Schulen können entscheiden, wie lange eine Unterrichtsstunde bzw. Doppelstunde dauert. Während der Durchführung der Studie dauerten die gefilmten Unterrichtsstunden in Schweden zwischen 60 und 80 Minuten. Da eine Doppelstunde in Schweden meist 80 Minuten beträgt, zeigen die Ergebnisse, dass in der schwedischen Stichprobe dieser Umfang nicht ausgeschöpft wird. In der deutschen Stichprobe der Sekundarstufe I zeigen der Mittelwert und die Standardabweichung, dass zwischen den Stunden eine große Varianz besteht, wobei der Mittelwert gegenüber Ausreißern nicht sehr robust ist. Der Median zeigt hingegen, dass über die Hälfte der Lehrkräfte die 90-Minuten für Doppelstunden einhalten.

**Tabelle 7.4:** Ergebnisse zur Unterrichtszeit im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

	Gruppe	M [Min]	SD [Min]	Mdn [Min]	Ergebnisse des T-Test	Effektstärke (d)
Unter- richtszeit	<u>Schweden</u>	59.24	17.53	53.2	t (34) = -2.243; p = .029	-.76
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	75.15	24.11	87.3		

Da sich die Unterrichtszeiten deutlich unterscheiden, werden bei der Betrachtung nachfolgender Ergebnisse die durchschnittlichen prozentualen Anteile der kodierten Variablen und Kategorien dokumentiert.

Weiterhin werden die ländervergleichenden Resultate auf kategorialer Ebene vorgestellt. Dabei werden nur die signifikanten Ergebnisse vorgestellt, wobei in diesem kulturvergleichenden Abschnitt die gesamte schwedische Stichprobe als auch die der deutschen Sekundarstufe I betrachtet werden.

*Hypothese H<sub>1,1</sub> – Einzelne Teilphasen von Scientific Inquiry sind in Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/N} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden].*

Die Analyse der übergeordneten Phasen des *Scientific Inquiry*-Prozesses (Tab. 7.5) zeigt, dass sich die analysierten Unterrichtsvideos zwischen Schweden und der Sekundarstufe I hinsichtlich der Phase der *Untersuchung* und der *Auswertung und Interpretation* signifikant unterscheiden. Inwiefern es Unterschiede in Bezug auf die explizite Thematisierung der Phasen und den Grad der Offenheit gibt, wird bei der Untersuchung der Hypothese H<sub>1,2</sub> präsentiert.



**Tabelle 7.5:** Ergebnisse zur Umsetzung der *Inquiry*-Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Kein <i>Scientific Inquiry</i>	<u>Schweden</u>	19.43	16.81	12.87	U = 110.0*; Z = -1.632; p = .103	-.24
	Dtl. (Sek I)	38.89	33.72	28.15		
Fragestellung	Schweden	.75	1.02	.30	U = 148.5; Z = -.431; p = .666	-.06
	Dtl. (Sek I)	1.51	3.04	.00		
Hypothese	Schweden	.56	.97	.13	U = 107.5**; Z = -1.791; p = .073	-.26
	Dtl. (Sek I)	3.68	4.09	1.85		
Untersuchung	Schweden	74.05	18.46	69.61	U = 59.0; Z = -3.248; p = .001	-.48
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	39.67	29.94	41.44		
Auswertung und Interpretation	Schweden	4.48	4.02	2.65	U = 67.5; Z = -2.979; p = .003	-.44
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	15.67	12.98	10.75		
Reflexion	Schweden	.74	1.47	.00	U = 159.0; Z = -.088; p = .930	-.01
	Dtl. (Sek I)	.58	1.02	.00		

\* t (22.901) = -2.152; p = .042; d = -.73

\*\* t (17.605) = -3.072; p = .007; d = -1.05

Der T-Test zeigt für die Unterrichtsphasen, in denen zum einen kein *Scientific Inquiry*, zum anderen die Hypothesenbildung stattfindet, signifikante Unterschiede. Bortz (2005) macht deutlich, dass auch bei nicht normalverteilten Daten der T-Test hinzugezogen werden kann. Weil diese Kategorien auf den untergeordneten Ebenen auch signifikante Unterschiede zeigen, werden im Abschnitt der Diskussion und Interpretation die Unterschiede dieser übergeordneten Phasen demnach ebenfalls betrachtet.

Während statistische Analysen im Ländervergleich keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Formulierung von Fragestellungen erkennen lassen (Tab. A5.7), zeigt die Betrachtung der Hypothesenbildung, dass zwischen den schwedischen Unterrichtsvideos und denen der Sekundarstufe I signifikante Unterschiede bestehen (Tab. 7.6). Die Unterschiede beziehen sich konkret auf die Hypothesenformulierung und auf die Sicherung.

**Tabelle 7.6:** Ergebnisse zur Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/√N); d bei NV
keine Hypothese	Schweden	99.53	.85	99.87	U = 103.0*; Z = -1.856; p = .063	-.27
	Dtl. (Sek I)	96.47	4.07	99.09		
Hypothese	Schweden	.32	.86	.00	U = 90.0; Z = -2.530; p = .011	-.37
	Dtl. (Sek I)	3.13	3.82	.66		
Zusammenfassung	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.16
	Dtl. (Sek I)	.01	.03	.00		
Sicherung der Hypothese	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5; Z = -2.206; p = .027	-.33
	Dtl. (Sek I)	.32	.64	.00		
Bewertung der Hypothese	Schweden	.00	.00	.00	U = 191.5; Z = .00; p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Instruktion der Hypothese	Schweden	.16	.29	.00	U = 140.0; Z = -.896; p = .370	-.13
	Dtl. (Sek I)	.08	.19	.00		

\* t (17.261) = 3.043; p = .007; d = 1.04

Im Hinblick auf die Kategorie *keine Hypothese* zeigt der T-Test einen signifikanten Unterschied an, wobei diese Kategorie häufiger bei den Lehrkräften der deutschen Sekundarstufe I zu beobachten ist als bei den schwedischen Lehrkräften.

Tabelle 7.7 zeigt die Umsetzung der Planung einer naturwissenschaftlichen Untersuchung und macht deutlich, dass zwischen Schweden und der Sekundarstufe I ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Vorstellens des Untersuchungsplans besteht. Dabei stellen Lehrkräfte bzw. Schülerinnen und Schüler ihren Plan für die Untersuchung vor. Eine nähere Betrachtung dieser Kategorie in Bezug auf die explizite Thematisierung sowie den Grad der Offenheit ist notwendig, um genaue Aussagen über die Qualität der Planung machen zu können. Diese erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Der T-Test zeigt ebenfalls einen Unterschied hinsichtlich der Planungssicherung, wobei die Daten dieser Phase nicht normalverteilt sind.

**Tabelle 7.7:** Ergebnisse zur Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Keine Planung	Schweden	87.50	6.62	90.42	U = 100.0; Z = -1.949; p = .051	-.33
	Dtl. (Sek I)	91.56	9.23	95.48		
Planung	Schweden	1.76	4.02	.00	U = 131.5; Z = -1.082; p = .279	-.18
	Dtl. (Sek I)	4.42	8.53	.00		
Bewertung der Planung	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5; Z = -1.516; p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.05	.143	.00		
Sicherung der Planung	Schweden	1.08	2.06	.00	U = 126.0*; Z = -1.733; p = .083	-.29
	Dtl. (Sek I)	.03	.11	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans	Schweden	7.48	6.29	6.80	t (24.011) = 2.986; p = .048	-1.27
	Dtl. (Sek I)	1.57	1.89	.71		
Organisation	Schweden	1.95	2.04	1.07	U = 124.0; Z = -1.198; p = .231	-.20
	Dtl. (Sek I)	.94	.94	.84		
Instruktion zur Planung	Schweden	.12	.36	.00	U = 149.0; Z = -.573; p = .566	-.10
	Dtl. (Sek I)	.21	.43	.00		
Vorstellen von Chemikalien und Geräten	Schweden	.12	.47	.00	U = 154.0; Z = -.496; p = .620	-.08
	Dtl. (Sek I)	.02	.09	.00		

\* t (18.120) = 2.220; p = .039; d = .72

Der Auf- und Abbau von Untersuchungen umfasst sowohl die organisatorische Vor- und Nachbereitung naturwissenschaftlicher Untersuchungen als auch die inhaltliche Betrachtung dieser. Der Ländervergleich macht deutlich, dass in den Videos der schwedischen Stichprobe diese Kategorien eine wichtige Rolle einnehmen. So ist sowohl der Anteil des Auf- und Abbaus in Schweden im Allgemeinen hoch bis höchstsignifikant verschieden zu der Stichprobe der Sekundarstufe I als auch der Anteil des organisatorischen Aufbaus und des Abbaus der Untersuchung (Tab. 7.8).

**Tabelle 7.8:** Ergebnisse zum Auf- und Abbau von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Kein Auf- und Abbau	Schweden	81.65	8.56	83.40	U = 53.0; Z = -3.438; p = .001	-.57
	Dtl. (Sek I)	92.22	7.40	95.13		
L/L baut Versuch auf	Schweden	.35	1.04	.00	U = 159.5; Z = -.116; p = .908	-.02
	Dtl. (Sek I)	.27	1.10	.00		
L/L hat Versuch bereits aufgebaut	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0; Z = -1.884; p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	.13	.30	.00		
S/S oder L/L bauen Versuch ab	Schweden	7.36	3.53	6.78	U = 48.0; Z = -3.625; p = .00	-.60
	Dtl. (Sek I)	2.66	4.14	.00		
S/S bereiten Untersuchung organisatorisch vor	Schweden	9.28	5.23	8.78	U = 50.0; Z = -3.538; p = .00	-.59
	Dtl. (Sek I)	3.77	6.03	1.95		
S/S bereiten Untersuchung inhaltlich vor	Schweden	1.37	4.15	.00	U = 142.0; Z = -.849; p = .396	-.14
	Dtl. (Sek I)	.95	1.78	.00		

Auch in Bezug auf die konkrete Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen finden sich Unterschiede zwischen den Stichproben. Die schwedische Stichprobe zeigt dabei einen hochsignifikant größeren Anteil in Bezug auf die Durchführung im Allgemeinen als auch hinsichtlich der praktischen Durchführung, in der keine Protokollierung stattfindet (Tab. 7.9). Das meist im Anschluss an die praktische Durchführung auftretende Sammeln von Daten zeigt keine überzufälligen Unterschiede zwischen den Stichproben (Tab. A5.8).

**Tabelle 7.9:** Ergebnisse zur Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests (T-Test bei NV)	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Keine Durchführung	Schweden	57.93	19.74	63.51	t (34) = -3.202; p = .003	-1.07
	Dtl. (Sek I)	78.18	18.00	76.66		
Praktische Durchführung ohne Protokollierung	Schweden	25.45	18.47	20.55	U = 74.0; Z = -2.774; p = .006	-.46
	Dtl. (Sek I)	10.40	11.21	6.16		
Praktische Durchführung mit Protokollierung	Schweden	7.51	14.80	.00	U = 135.0; Z = -.956; p = .339	-.16
	Dtl. (Sek I)	3.77	6.89	.00		
Nur Protokollierung	Schweden	9.10	15.52	.00	U = 160.5; Z = -.035; p = .972	-.01
	Dtl. (Sek I)	6.93	10.24	.00		

Die Betrachtung der Auswertung zeigt zum einen, dass auf parametrischer Ebene ein Unterschied hinsichtlich der Auswertungsphase besteht, wie dies bereits bei der Darstellung der allgemeinen *Inquiry*-Phasen deutlich wurde (Tab. 7.5). Hier zeigt allerdings nur der T-Test einen signifikanten Unterschied an.

Zum anderen wird deutlich, dass in der Stichprobe der Sekundarstufe I signifikant häufiger die Daten im Anschluss an eine Untersuchung verglichen und ebenfalls häufiger Reaktionsgleichungen aufgestellt werden (Tab. 7.10).

Die Kategorie *Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten* zur Auswertung zeigt jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben (Tab. A5.9).

**Tabelle 7.10:** Ergebnisse zu der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/√N); d bei NV
Keine Auswertung	Schweden	98.7710	2.30	100.0	U = 109.0*; Z = -1.664; p = .096	-.28
	Dtl. (Sek I)	92.2031	10.34	96.76		
Mathematische Auswertung	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.02	.07	.00		
Graphische Auswertung	Schweden	.22	.95	.00	U = 160.0; Z = -.120; p = .905	-.02
	Dtl. (Sek I)	1.1	4.37	.00		
Vergleich von Daten	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5; Z = -2.206 p = .027	-.37
	Dtl. (Sek I)	.35	.85	.00		
Aufstellen von Reaktionsgleichungen	Schweden	.40	1.47	.00	U = 116.5**; Z = -1.959; p = .050	-.33
	Dtl. (Sek I)	5.42	9.58	.00		
Sicherung der Auswertung	Schweden	.14	.35	.00	U = 156.0; Z = -.290; p = .772	-.05
	Dtl. (Sek I)	.18	.60	.00		
Instruktion zur Auswertung	Schweden	.47	.84	.00	U = 161.0; Z = -.018; p = .986	-.00
	Dtl. (Sek I)	.42	.87	.00		

\* t (17.417) = 2.563; p = .020; d = .88

\*\* t (16.675) = -2.136; p = .048; d = -.73

Die zur Phase der Auswertung und Interpretation gehörige Variable *Schlussfolgerung* weist keine signifikanten Unterschiede auf – bis auf die Begründung der Schlussfolgerung (Tab. 7.11). Dabei werden im Chemieunterricht der Sekundarstufe I häufiger als in Schweden Begründungen zur jeweiligen Schlussfolgerung gegeben.

**Tabelle 7.11:** Ergebnisse zur Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Schlussfolgerung	Schweden	98.01	2.56	98.86	U = 115.0; Z = -1.473; p = .141	-.25
	Dtl. (Sek I)	95.67	4.74	98.56		
Zusammenfassung der Schlussfolgerung	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.23	.93	.00		
Sicherung der Schlussfolgerung	Schweden	.10	.44	.00	U = 132.0; Z = -1.554; p = .120	-.26
	Dtl. (Sek I)	.38	.88	.00		
Schlussfolgerung	Schweden	1.78	2.44	.99	U = 134.0; Z = -.884; p = .377	-.15
	Dtl. (Sek I)	2.83	3.76	1.33		
Begründung der Schlussfolgerung	Schweden	.00	.00	.00	U = 114.0; Z = -2.503; p = .012	-.42
	Dtl. (Sek I)	.86	2.12	.00		
Instruktion zur Schlussfolgerung	Schweden	.11	.42	.00	U = 154.0; Z = -.496; p = .620	-.08
	Dtl. (Sek I)	.02	.08	.00		

Wird konkret die Interpretation von Daten betrachtet, wobei die Schlussfolgerung auf die Fragestellung und Hypothese bezogen werden, werden sowohl für die Interpretation als auch für die Ergebnisse der Interpretation wie der Verifikation und Falsifikation keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben ersichtlich (Tab. A5.10 und A5.11).

Jedoch zeigen die Analysen der schwedischen Unterrichtsvideos und der Sekundarstufe I einen signifikanten Unterschied im Aufstellen von Regeln in Bezug auf die Variable der Generalisierung naturwissenschaftlicher Untersuchungen (Tab. 7.12).

Hinsichtlich der Reflexion naturwissenschaftlicher Untersuchungen lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben finden (Tab. A5.12).

**Tabelle 7.12:** Ergebnisse zur Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Generalisierung	Schweden	100.00	.00	100.00	U = 118.0; Z = -1.383; p = .167	-.23
	Dtl. (Sek I)	99.53	1.02	100.00		
Sicherung der Generalisierung	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0; Z = -1.884; p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	.15	.43	.00		
Aufstellen von Regeln	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5; Z = -2.206; p = .027	-.37
	Dtl. (Sek I)	.32	.71	.00		
Je-desto-Aussagen	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.01	.02	.00		

Der T-Test zeigt bei *keine anderen Unterrichtsaktivitäten* (also Umsetzung von *Scientific Inquiry*) sowie bei der Kategorie *Fachwissen* signifikante Unterschiede. Das lässt vermuten, dass im schwedischen Chemieunterricht häufiger *Inquiry*-Prozesse bearbeitet werden als es in den Videos der Sekundarstufe I erkennbar ist (Tab. 7.13). Tabelle 7.13 macht ebenfalls deutlich, dass die Lehrkräfte häufiger Aspekte des Fachwissens in einen *Inquiry*-orientierten Chemieunterricht einfließen lassen.

**Tabelle 7.13:** Ergebnisse zu anderen Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine anderen Unterrichtsaktivitäten	Schweden	85.30	13.50	85.50	U = 107.0*; Z = -1.727; p = .084	-.29
	Dtl. (Sek I)	66.80	31.69	74.90		
Kommunikation	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.42	1.74	.00		
Fachwissen	Schweden	1.59	3.15	.00	U = 111.0**; Z = -1.787; p = .074	-.30
	Dtl. (Sek I)	21.27	29.37	.37		
Bewertung	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	2.25	9.30	.00		
Vorwissen	Schweden	12.25	12.86	10.87	U = 155.5; Z = -1.192; p = .848	-.03
	Dtl. (Sek I)	9.08	9.12	5.78		
Zusammenfassung anderer Aktivitäten	Schweden	.05	.22	.00	U = 143.0; Z = -1.074; p = .283	-.18
	Dtl. (Sek I)	.09	.23	.00		
Sicherung anderer Aktivitäten	Schweden	.81	1.79	.00	U = 125.5; Z = -1.567; p = .117	-.26
	Dtl. (Sek I)	.08	.23	.00		

\* t (21.123) = 2.232; p = .037; d = .76

\*\* t (16.330) = -2.748; p = .014; d = -.94

Eine weitere Möglichkeit zur Analyse und Identifikation kulturspezifischer Handlungsmuster ist die Untersuchung latenter Profile (Abschnitt 6.4.3). Dazu wurde eine latente Profilanalyse mit den Anteilen der Phasen (Fragestellung, Hypothese, Untersuchung, Analyse und Interpretation und Reflexion) der schwedischen Stichprobe und der Sekundarstufe I durchgeführt. Dabei konnten folgende *model fits* identifiziert werden (Tab. 7.14):

**Tabelle 7.14:** *Model fits* zur latenten Profilanalyse der *Inquiry*-Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I.

	AIC	BIC	p (VLMR)	p (LMR)	Entropie	p (BLRT)
1dim	554.886	602.391				
2dim	545.968	642.563	.242	.245	.973	< .001
3dim	575.730	721.413	.776	.761	.977	.375

Die Tabelle 7.14 zeigt kein eindeutiges Ergebnis hinsichtlich der Dimensionalität latenter Profile. Dennoch weisen die meisten *fits* darauf hin, dass das zweidimensionale Modell die Daten am besten repräsentiert.

In Profil 1 im zweidimensionalen Modell befinden sich auf der Klassenebene  $N_{\text{Schweden}} = 5$  und  $N_{\text{SekI}} = 6$ . Profil 2 umfasst  $N_{\text{Schweden}} = 14$  und  $N_{\text{SekI}} = 11$  Klassen. Betrachtet man die prozentualen Anteile in den jeweiligen Profilen, so ergibt sich folgendes Bild (Tab. 7.15).



**Tabelle 7.15:** Profilvergleich der Stichproben der Sekundarstufe I und Schwedens; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Phase	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests (T-Test bei NV)	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Fragestellung	Profil 1	2.0023	3.34311	.6243	U = 78.5; Z = -1.999; p = .046	-.33
	Profil 2	.6502	1.40168	.00		
Hypothese	Profil 1	2.8814	2.12199	2.5302	U = 61.0; Z = -2.628; p = .009	-.44
	Profil 2	1.7264	3.68330	.00		
Untersuchung	Profil 1	49.6320	17.73228	54.2843	t (32.140) = -1.213; p = .234	-.39
	Profil 2	60.1734	33.58515	.67.7535		
Auswertung und Interpretation	Profil 1	19.1390	14.20867	10.7934	t (11.389) = 3.022; p = .011	1.24
	Profil 2	5.7580	5.48481	3.3015		
Reflexion	Profil 1	1.3540	.96907	.96907	U = 32.5; Z = -3.919; p = .00	-.65
	Profil 2	.3757	1.29399	.00		

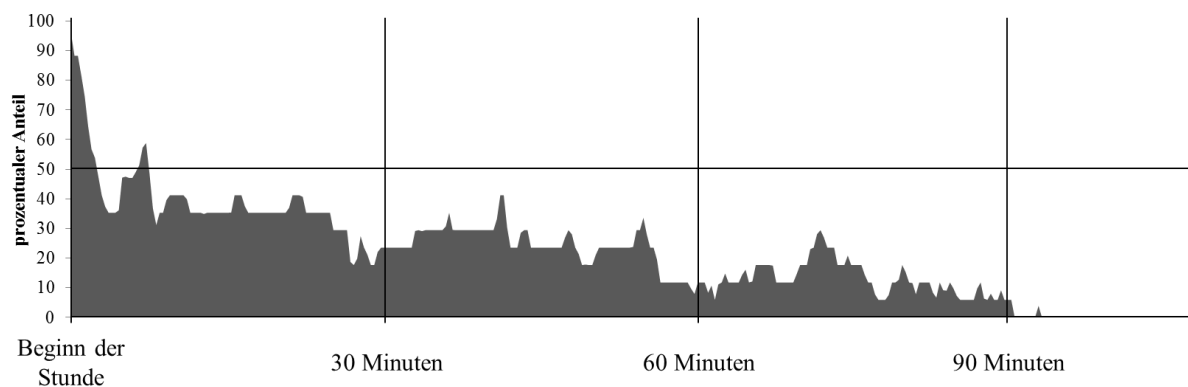
Chemieunterricht, der dem ersten Profil zuzuordnen ist, zeigt ein variationsreiches Bild im Hinblick auf die *Inquiry*-Phasen. So setzen über die Hälfte der in Profil 1 erfassten Lehrkräfte die Phasen zumindest für eine kurze Dauer um, während in Profil 2 die Formulierung der Fragestellung, die Hypothesenbildung sowie die Reflexion von der Hälfte der Lehrerinnen und Lehrer gar nicht in den Chemieunterricht eingebunden werden. Diese Phasen sowie die der *Auswertung und Interpretation* unterscheiden sich zwischen den Profilen signifikant.

Der Chemieunterricht, dem das Profil 2 zugeordnet werden kann, zeigt hohe Anteile der Untersuchungsphase auf, wobei der Fokus auf der Planung, dem Auf- und Abbau, der Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen und der Sammlung von Daten liegt.

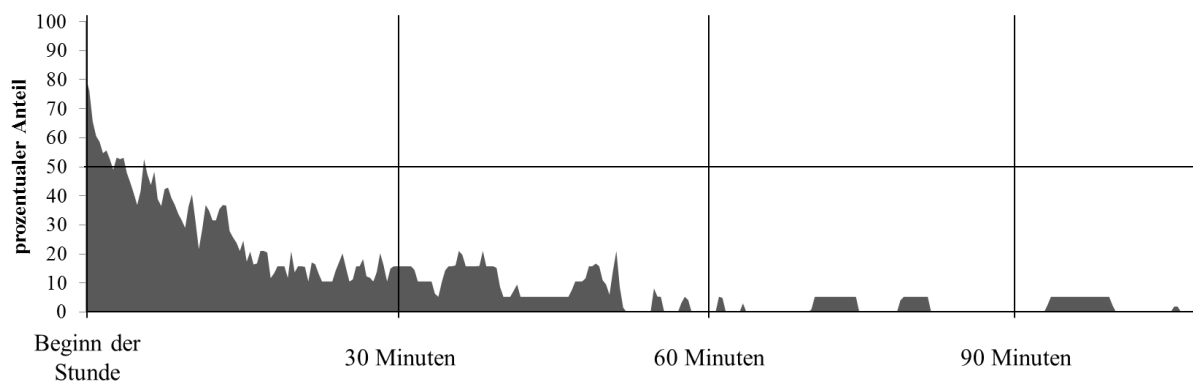
Die Profile können den Ländern nicht eindeutig zugeordnet werden. Dennoch fällt auf, dass mehr deutsche Lehrkräfte dem Profil 1 zuzuordnen sind. Im Profil 2, dem mehr schwedische Klassen zugeordnet werden können, zeigt die Phase der *Untersuchung* einen großen Anteil an, während die anderen Phasen wenig umgesetzt werden. Dies entspricht den bereits vorgestellten Ergebnissen.

Ergänzend zu den prozentualen Anteilen der kodierten Variablen und der latenten Profile werden die *lesson signatures* der Gruppen dargestellt (Abschnitt 6.4.2). Dazu werden die prozentualen Anteile der jeweiligen *Inquiry*-Phasen in 20-Sekundenintervallen aufgeführt. Ein Wert von 100% bedeutet, dass alle Lehrkräfte in diesen 20 Sekunden die jeweilige Phase umgesetzt haben.

Bei der Betrachtung der Phasen, in denen kein *Scientific Inquiry* in der Sekundarstufe I und Schweden stattfindet, wird auch visuell deutlich, dass in der Sekundarstufe I häufiger und in längeren Abschnitten keine Erkenntnisgewinnung stattfindet (Abb. 7.1 und 7.2). Während in der Sekundarstufe I zu jeder Zeit der Unterrichtsvideos Chemieunterricht ohne Bezug zum *Inquiry*-Prozess durchgeführt wird, können für die schwedische Stichprobe Abschnitte identifiziert werden, in denen ausschließlich *Inquiry* stattfindet. Ein Grund für dieses Bild ist die mögliche kürzere Dauer der schwedischen Unterrichtsstunden, wodurch generell am Ende der *signatures* die Anteile der Phasen geringer werden.

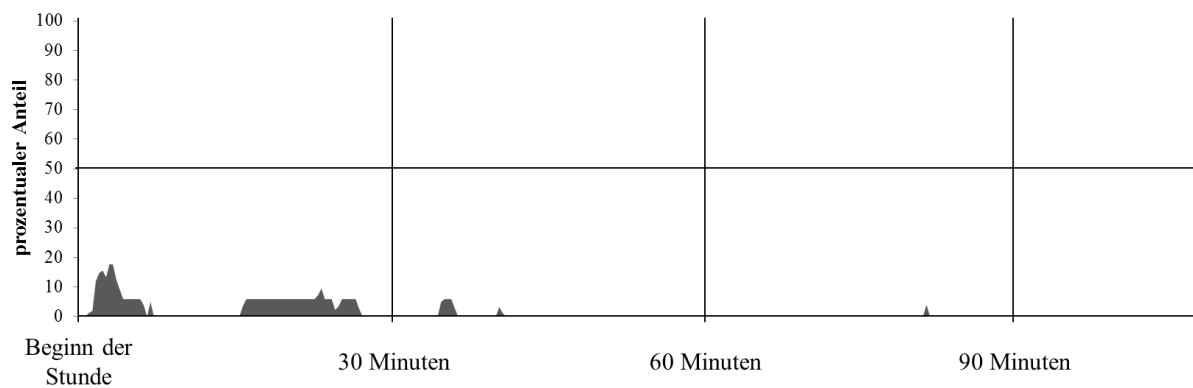


**Abbildung 7.1:** Lesson signature von „kein Scientific Inquiry“ in der deutschen Sekundarstufe I.

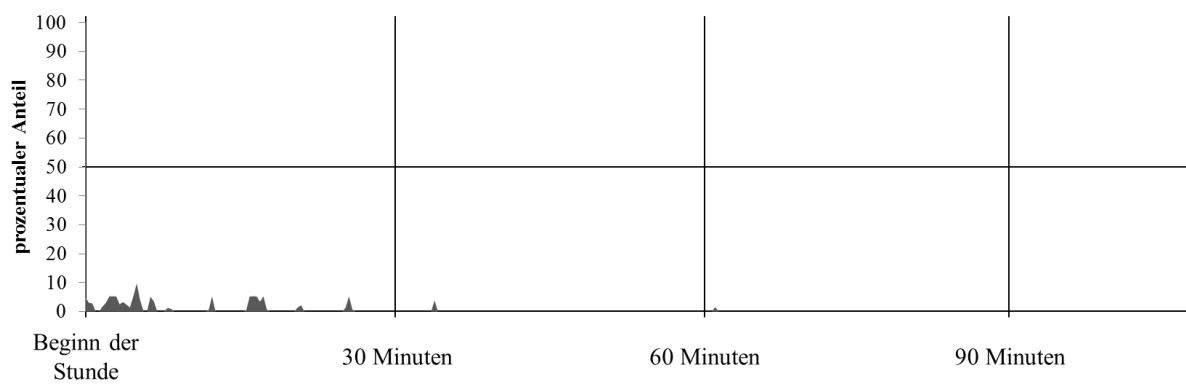


**Abbildung 7.2:** Lesson signature von „kein Scientific Inquiry“ in Schweden.

Die Fragestellung wird in der Sekundarstufe I deskriptiv länger und häufiger formuliert, während sie in Schweden nur vereinzelt und dann vergleichbar kurz bearbeitet wird. Die Darstellung zeigt zum einen, dass Fragestellungen meist zu Beginn des Chemieunterrichts in den ersten 30 Minuten formuliert werden, zum anderen können neue Fragestellungen auch aus einem *Inquiry*-Prozess entstehen oder erst gegen Ende der Unterrichtsstunde formuliert werden (Abb 7.3 und 7.4).



**Abbildung 7.3:** Lesson signature zur Formulierung von Fragestellungen in der deutschen Sekundarstufe I.

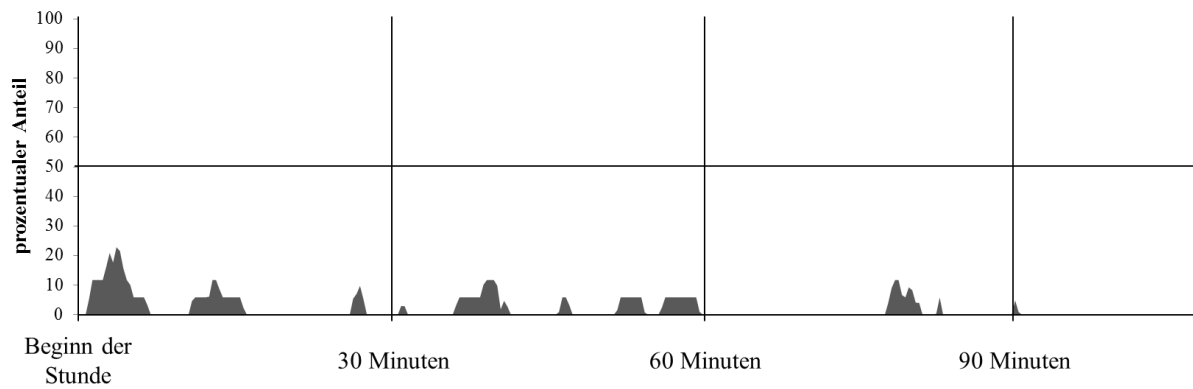


**Abbildung 7.4:** Lesson signature zur Formulierung von Fragestellungen in Schweden.

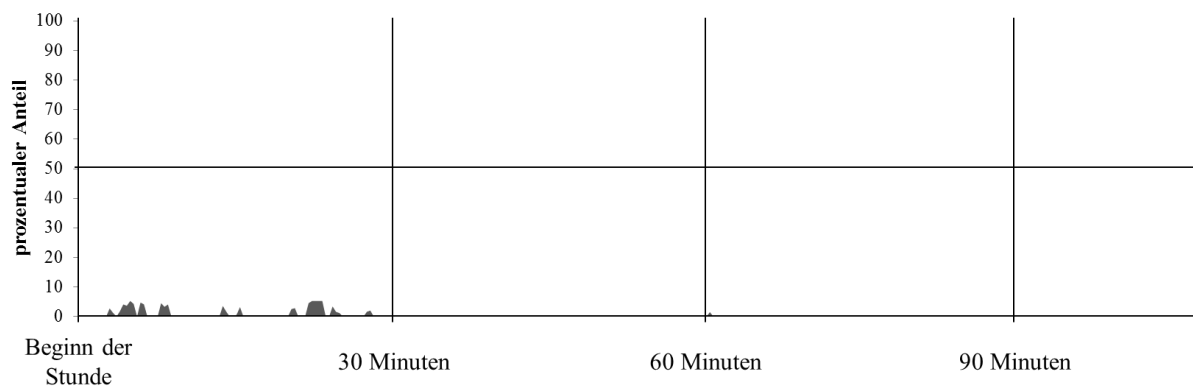
Die Bildung von Hypothesen in der Sekundarstufe I und in Schweden unterscheidet sich im parametrischen Test signifikant voneinander. Auch im Ablauf der Unterrichtsstunden (Abb. 7.5 und 7.6) wird ersichtlich, dass sich die Art der Umsetzung zwischen den Stichproben deskriptiv unterscheidet. So zeigt der Chemieunterricht der Sekundarstufe I wiederum längere Perioden der Hypothesenbildung, die von einer größeren Anzahl von Lehrerinnen und Lehrern durchgeführt werden.

Die Umsetzung des Chemieunterrichts der schwedischen Stichprobe zeigt allerdings in Bezug auf die Bildung von Hypothesen wiederum ein ähnliches Bild wie bei der Formulierung von Fragestellungen: Wenige Lehrkräfte setzen in kurzer Zeit die Bildung von Hypothesen in ihrem Unterricht um.

## 7 Ergebnisse



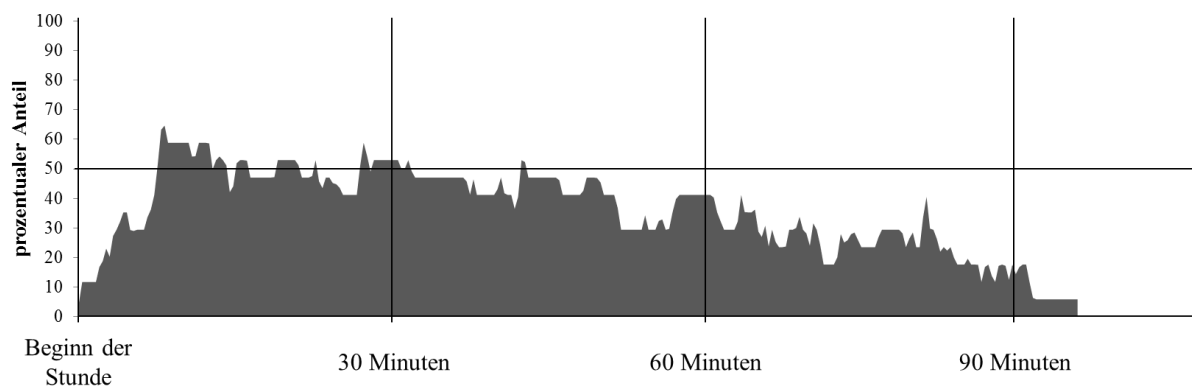
**Abbildung 7.5:** Lesson signature zur Bildung von Hypothesen in der deutschen Sekundarstufe I.



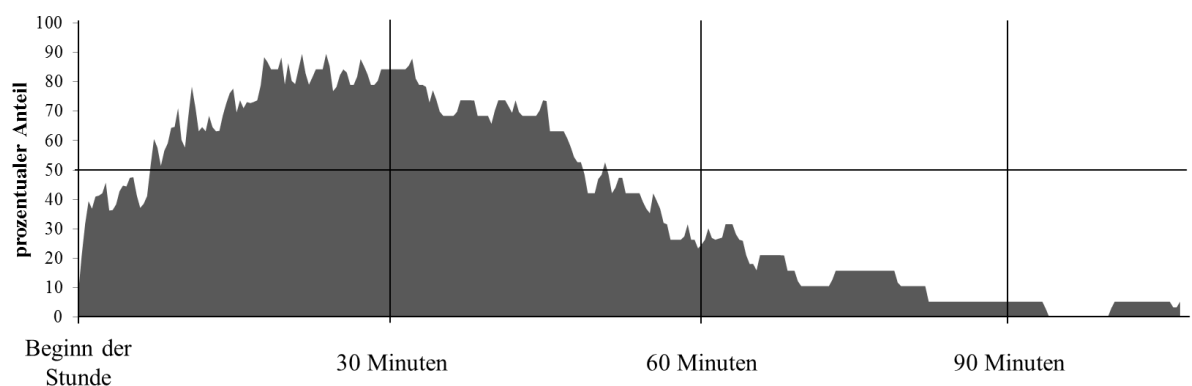
**Abbildung 7.6:** Lesson signature zur Bildung von Hypothesen in Schweden.

Abbildungen 7.7 und 7.8 zeigen die Phase, die sowohl in der Sekundarstufe I als auch in Schweden am häufigsten und am längsten innerhalb des *Inquiry*-Prozesses bearbeitet wird. Tabelle 7.9 weist auf einen statistisch nicht zufälligen Unterschied zwischen der Sekundarstufe I und Schweden hin, wobei auch in den Abbildungen deutlich wird, dass mehr schwedische Lehrkräfte mehr Zeit zur Umsetzung der Untersuchungsphase im Chemieunterricht nutzen.

## 7 Ergebnisse



**Abbildung 7.7:** *Lesson signature* zur Phase der Untersuchung in der deutschen Sekundarstufe I.

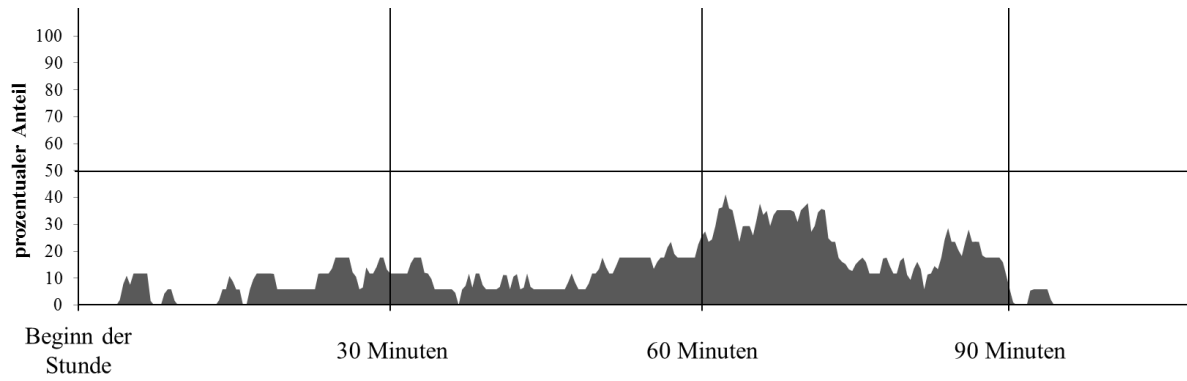


**Abbildung 7.8:** *Lesson signature* zur Phase der Untersuchung in Schweden.

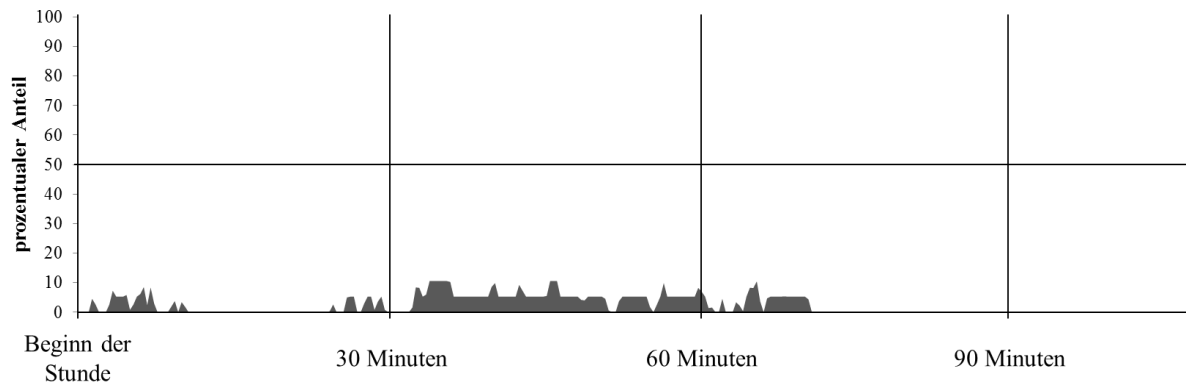
Das mittlere Auftreten der Phase der Auswertung und Interpretation ist zwischen der schwedischen Stichprobe und der der Sekundarstufe I ebenfalls signifikant unterschiedlich (Tab. 7.9). Abbildungen 7.9 und 7.10 stellen die *lesson signatures* dieser Phase dar. Es ist nicht überraschend, dass die Anteile der Auswertung und Interpretation am Ende der Unterrichtsstunden größer werden. Dennoch bleiben sie in der schwedischen Stichprobe verhältnismäßig klein und auch nur wenige Lehrerinnen und Lehrer werten die Ergebnisse ihrer Untersuchungen aus.

Auswertungsanteile, die zu Beginn des Chemieunterrichts kodiert wurden, deuten meist eine Instruktion der Auswertung und Interpretation an, bei der beispielsweise die Art der Auswertung oder deren Darstellung thematisiert wird.

## 7 Ergebnisse



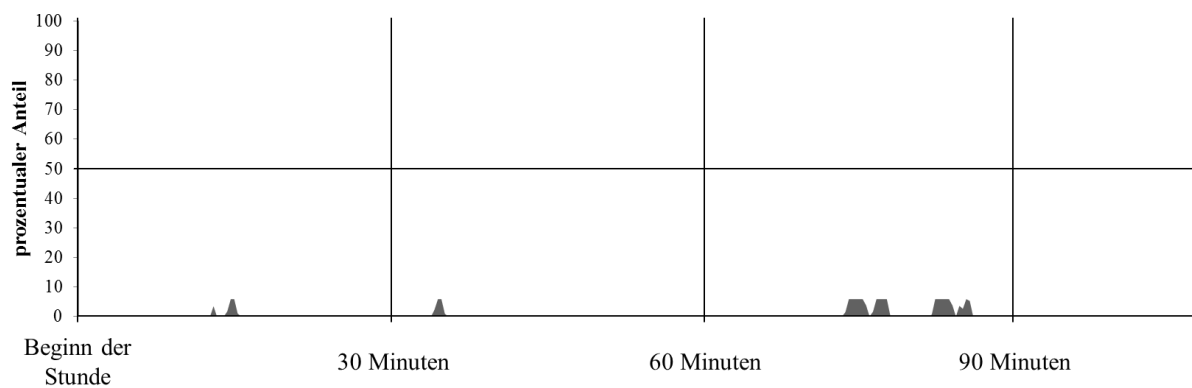
**Abbildung 7.9:** *Lesson signature* zur Phase der Auswertung und Interpretation in der deutschen Sekundarstufe I.



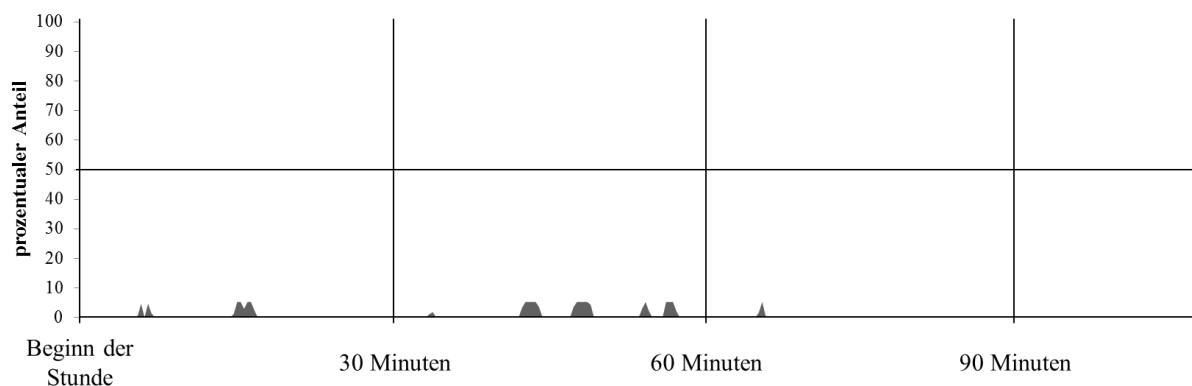
**Abbildung 7.10:** *Lesson signature* zur Phase der Auswertung und Interpretation in Schweden.

Die Umsetzung der Reflexionsphase unterscheidet sich auch im Ablauf des Chemieunterrichts nicht erheblich zwischen den Stichproben. Üblicherweise findet sie am Ende der Unterrichtsstunde im Anschluss an die Auswertungsphase statt. Dennoch fällt auf, dass die Reflexion recht selten stattfindet und wenn die Phase kodiert wurde, dann meist vergleichbar kurz (Abb. 7.11 und 7.12).

## 7 Ergebnisse



**Abbildung 7.11:** *Lesson signature* zur Phase der Reflexion in der deutschen Sekundarstufe I.



**Abbildung 7.12:** *Lesson signature* zur Phase der Reflexion in Schweden.

Die vorgestellten Ergebnisse aus der Analyse der prozentualen Anteile, der latenten Profile sowie der *lesson signatures* können die Hypothese H<sub>1,1</sub> [**Einzelne Teilphasen von *Scientific Inquiry* sind in Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/N} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden**] für bestimmte Variablen und Kategorien insbesondere der Phasen und Unterphasen von *kein Scientific Inquiry*, der *Hypothesenbildung*, der *Untersuchung* sowie der *Auswertung und Interpretation* bestätigen.

### Zusammenfassung:

Insgesamt unterscheiden sich zwischen den schwedischen Unterrichtsvideos und denen der Sekundarstufe I die Phasen der Untersuchung und der Auswertung. Während die Untersuchung einen größeren Anteil in den schwedischen Unterrichtsvideos einnimmt, wird in den Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I anteilig häufiger ausgewertet. Die Videos der Sekundarstufe I zeigen größere Anteile hinsichtlich der Hypothesenbildung und -sicherung.

Die schwedische Stichprobe weist darüber hinaus sowohl einen größeren Anteil in Bezug auf das Vorstellen des Untersuchungsplans als auch auf den organisatorischen Aufbau und den

Abbau von Untersuchungen auf. Die Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen – vor allem ohne eine Protokollierung – nimmt in Schweden ebenfalls einen größeren Anteil ein als in der Sekundarstufe I.

Wie auch schon der allgemeine Anteil der Auswertung und Interpretation zeigt, überwiegen diese Phasen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. Konkret werden dabei häufiger Daten verglichen und Reaktionsgleichungen aufgestellt. Auch hinsichtlich der Begründung von Schlussfolgerungen und des Aufstellens von Regeln zeigt die Analyse des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I größere Anteile. Es gibt Hinweise darauf, dass in der Sekundarstufe I häufiger Kompetenzen des chemischen Fachwissens bearbeitet werden.

Die Analyse der latenten Profile macht deutlich, dass im Hinblick auf die Umsetzung der *Inquiry*-Phasen die meisten Lehrkräfte der deutschen Sekundarstufe I dem latenten Profil 1 zugeordnet werden können, in dem die *Inquiry*-Phasen vergleichsweise ausgeglichen umgesetzt werden. Die schwedischen Lehrkräfte können meist dem Profil 2 zugeordnet werden, in dem eher auf die Untersuchungsphase fokussiert wird.

Die *lesson signatures* visualisieren deutlich, dass im schwedischen Chemieunterricht die Formulierung der Fragestellung und Hypothesen sehr kurz und selten auftreten, während aber die Phase *der Untersuchung* im Mittelpunkt des *Inquiry*-Prozesses steht. Die Unterschiede der Phase *Auswertung und Interpretation* werden ebenfalls in den *lesson signatures* deutlich, während sich die Phase *der Reflexion* zwischen den Stichproben nur sehr wenig sichtbar unterscheiden. Die mit Hilfe der drei Methoden gewonnenen Ergebnisse weisen auf eine Bestätigung der aufgestellten Hypothese  $H_{1,1}$  hin.

*Hypothese  $H_{1,2}$  – Die Anteile der expliziten Thematisierung der Inquiry-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z\backslash N} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden.*

Die bisher vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf die mittlere Dauer von *Inquiry*-Phasen und deren Ablauf im Chemieunterricht der Stichproben der Sekundarstufe I und schwedischer Klassen. Die Qualität des Chemieunterrichts darf man dabei nicht außer Acht lassen. So werden im Folgenden die Ergebnisse zur expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phase vorgestellt. In Tabelle 7.16 wird deutlich, dass im Vergleich zur schwedischen Stichprobe die Hypothesenbildung häufiger implizit umgesetzt wird, während die schwedische Stichprobe die Untersuchungsphase häufiger expliziert. Letzteres muss relativiert werden, da der schwedische Anteil der Untersuchung bereits ohne die Betrachtung der expliziten Thematisierung sehr hoch ist.



**Tabelle 7.16:** Ergebnisse zur expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests (T-Test bei NV)	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Fragestellung explizit	Schweden	.57	.966	.15	U = 140.0; Z = -.761; p = .447	-.13
	Dtl. (Sek I)	1.37	3.06	.00		
Fragestellung implizit	Schweden	.18	.41	.00	U = 161.0; Z = -.019; p = .985	-.00
	Dtl. (Sek I)	.14	.25	.00		
Hypothese explizit	Schweden	.25	.60	.00	U = 148.0; Z = -.562; p = .574	-.09
	Dtl. (Sek I)	.91	2.03	.00		
Hypothese implizit	Schweden	.30	.86	.00	U = 101.0; Z = -2.229; p = .026	-.37
	Dtl. (Sek I)	2.77	4.16	.34		
Untersuchung explizit	<u>Schweden</u>	64.30	26.57	59.77	t (34) = 2.796; p = .008	.93
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	37.50	30.93	39.28		
Untersuchung implizit	Schweden	9.75	24.67	.00	U = 137.5; Z = -.866; p = .387	-.14
	Dtl. (Sek I)	2.17	7.22	.00		
Auswertung und Interpretation explizit	<u>Schweden</u>	3.70	3.71	2.59	U = 149.0; Z = -.398; p = .690	-.07
	Dtl. (Sek I)	9.90	12.44	3.51		
Auswertung und Interpretation implizit	Schweden	.79	1.59	.00	U = 104.0; Z = -1.972; p = .049	-.33
	Dtl. (Sek I)	5.77	8.84	1.33		
Reflexion explizit	Schweden	.17	.53	.00	U = 144.5; Z = -1.357; p = .175	-.23
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Reflexion implizit	Schweden	.56	1.44	.00	U = 145.0; Z = -.608; p = .543	-.10
	Dtl. (Sek I)	.58	1.02	.00		

Auch in Bezug auf die allgemeine explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in Deutschland und Schweden lassen sich zwischen Schweden und der Sekundarstufe I signifikante Unterschiede finden (Tab. 6.17). Der nicht-parametrische Test zeigt, dass die Lehrkräfte in den schwedischen Unterrichtsvideos signifikant häufiger auf allgemeiner Ebene den *Inquiry*-Prozess thematisieren. Generell wird aber in beiden Stichproben dieser recht selten im Chemieunterricht umgesetzt.

**Tabelle 7.17:** Ergebnisse zur expliziten Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses	Schweden	1.22	2.63	.00	U = 90.0; Z = -2.869; p = .004	-.42
	Dtl. (Sek I)	.00	.017	.00		

Dies wird auch durch den Vergleich der *lesson signatures* deutlich (Abb. A5.1 und A5.2). Während der *Inquiry*-Prozess in der Stichprobe der Sekundarstufe I nur einmal kodiert wurde, findet die allgemeine Betrachtung des Prozesses in der schwedischen Stichprobe häufiger statt und kann zu jeder Zeit des Chemieunterrichts beobachtet werden.

Die Ergebnisse zur expliziten Thematisierung bestätigen Hypothese H<sub>1,2</sub> **[Die Anteile der expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden].**

#### Zusammenfassung:

Hier kann konstatiert werden, dass in der deutschen Sekundarstufe I die Hypothese häufiger implizit im *Inquiry*-Prozess umgesetzt wird, während die Untersuchungsphase in der schwedischen Stichprobe häufiger explizit stattfindet. Die explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses findet in den schwedischen Videos ebenfalls signifikant häufiger statt.

*Hypothese H<sub>1,3</sub> – Die Anteile der Offenheitsgrade der Inquiry-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden.*

Die Untersuchung der Offenheit bei beiden Gruppen zeigt, dass die schwedischen Lehrkräfte Phasen von *Scientific Inquiry* signifikant häufiger lehrerzentriert gestalten (Tab. 7.18). In der deutschen Sekundarstufe I erfolgt hingegen die Umsetzung der Phasen öfter in Form des Unterrichtsgesprächs. Den größten Anteil in beiden Gruppen nimmt jedoch die selbstständige Schülerarbeit ein. Hier ist zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied zu erkennen.

**Tabelle 7.18:** Ergebnisse zu den Anteilen der Offenheitsgrade in allen Phasen im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Offenheitsgrad	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests (T-Test bei NV)	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
von der Lehrkraft vorgegeben	<u>Schweden</u>	22.45	11.63	20.42	t (29.390) = 2.866; p = .008	.94
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	13.48	6.74	11.23		
von der Lehrkraft modelliert	<u>Schweden</u>	14.26	15.46	10.29	t (34) = -3.177; p = .003	-1.07
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	28.84	11.53	29.31		
von SuS selbstständig	<u>Schweden</u>	40.84	21.12	35.92	t (31.342) = -.322; p = .750	-.11
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	42.74	13.87	46.30		
Schülervortrag	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.03	.12	.00		

Hinsichtlich der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses gibt es keinen Unterschied zwischen den Stichproben bezogen auf den Grad der Offenheit (Tab. A5.13), wobei in beiden Gruppen die metakognitive Betrachtung meist in Form eines Lehrervortrags thematisiert wird.

Die Offenheitsgrade zu den Kategorien der Formulierung von Fragestellungen weisen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede auf (Tab. A5.14). Deskriptiv beschrieben ist die Formulierung der Fragestellungen in der schwedischen Stichprobe, wenn sie kodiert wurde, meist durch die Lehrkraft vorgegeben, während in der Sekundarstufe I die Formulierung meist offener im Unterrichtsgespräch stattfindet. Dies erklärt den höheren mittleren Anteil dieser Kategorie, da offenere Unterrichtsformen längere Unterrichtszeiten benötigen.

Die Bildung von Hypothesen weist hingegen signifikante Unterschiede zwischen der Sekundarstufe I und Schweden auf. So werden die Hypothesen in der Sekundarstufe I häufiger im Unterrichtsgespräch bzw. durch Lenkung der Lehrerin oder des Lehrers aufgestellt als das bei der schwedischen Stichprobe zu beobachten ist. Dies zeigt sowohl der parametrische als auch der nicht-parametrische Signifikanztest (Tab. 7.19). Auf der Ebene der Hypothesensicherung, deren generelles Auftreten häufiger in der Sekundarstufe I zu beobachten war (Tab. 7.6), wird deutlich, dass diese meist durch die Lenkung der Lehrkraft im Unterrichtsgespräch bearbeitet wird. Kein einziges Mal wurde die Hypothesenbildung in den beiden Stichprobengruppen selbstständig durchgeführt. Weitere nicht signifikante Ergebnisse sind der Tabelle A5.15 zu entnehmen.

**Tabelle 7.19:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich eines Teils der Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0; Z = -1.884; p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	.10	.30	.00		
Hypothese (von L/L moderiert)	Schweden	.319	.86	.00	U = 90.0; Z = -2.530; p = .011	-.42
	Dtl. (Sek I)	3.03	3.74	1.67		
Hypothese (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5; Z = .00; p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Sicherung der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.01	.03	.00		
Sicherung der Hypothese (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5; Z = -2.206; p = .027	-.38
	Dtl. (Sek I)	.32	.62	.00		

Die Betrachtung der Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen im Chemieunterricht zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen innerhalb der Kategorie *Sicherung der Planung* und *Vorstellen des Untersuchungsplans* (Tab. 40), wobei in den schwedischen Unterrichtsvideos diese Kategorien signifikant häufiger kodiert wurden. Die Analyse der Offenheitsgrade deutet darauf hin, dass die Sicherung der Planung signifikant häufiger von schwedischen Lehrerinnen oder Lehrern vorgegeben wird. In der Sekundarstufe I konnte eine vorgegebene Sicherung nicht beobachtet werden (Tab. 7.20). Auch die *Vorstellung des Untersuchungsplans* und die *Organisation einer naturwissenschaftlichen Untersuchung* werden signifikant häufiger durch schwedische Lehrkräfte vorgegeben. Die Planung einer naturwissenschaftlichen Untersuchung erfolgt im schwedischen Chemieunterricht also häufig lehrerzentrierter als in der deutschen Sekundarstufe I. Die vollständige Tabelle ist im Anhang zu finden (Tab. A5.16).

**Tabelle 7.20:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests (T-Test bei NV)	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Sicherung der Planung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.87	1.67	.00	U = 119.0; Z = -2.239; p = .025	-.37
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Sicherung der Planung (von L/L moderiert)	Schweden	.21	.49	.00	U = 144.0; Z = -1.016; p = .310	-.17
	Dtl. (Sek I)	.03	.11	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (Austeilen von Material)	Schweden	.33	.57	.00	U = 119.0; Z = -2.239; p = .025	-.37
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L vorgegeben)	<u>Schweden</u>	6.50	5.63	5.4636	t (20.039) = 3.903; p = .001	d = 1.34
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	1.05	1.27	.46		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L moderiert)	Schweden	.65	.849	.00	U = 144.0; Z = -.483; p = .629	-.08
	Dtl. (Sek I)	.52	.876	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5; Z = .00; p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Organisation (von L/L vorgegeben)	<u>Schweden</u>	1.86	1.99	1.0733	t (24.011) = 2.086; p = .048	d = .68
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	.8263	.78618	.8350		
Organisation (von L/L moderiert)	Schweden	.0924	.36969	.00	U = 151.0; Z = -.553; p = .580	-.09
	Dtl. (Sek I)	.1149	.30929	.00		

Die Offenheitsgrade der Variablen *explizite bzw. implizite Vorbereitung* einer Untersuchung durch Schülerinnen und Schüler zeigen keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (Tab. A5.17).

Die Analyse der Variablen *praktische Durchführung* zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich der *praktischen Durchführung ohne Protokollierung* (Tab. 7.21). Eine weitere Differenzierung der Variable hinsichtlich der Offenheitsgrade ergab, dass die Schülerinnen und Schüler der schwedischen Stichprobe eine naturwissenschaftliche Untersuchung signifikant länger bzw. häufiger selbstständig durchführen. Das Sammeln von Daten und deren Sicherung zeigt auch hinsichtlich der Offenheitsgrade keine Gruppenunterschiede (Tab. A5.18).

**Tabelle 7.21:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der praktischen Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Praktische Durchführung (von L/L vorgegeben)	Schweden	1.22	3.23	.00	U = 158.5; Z = -.131; p = .896	-.02
	Dtl. (Sek I)	.45	.90	.00		
Praktische Durchführung (von L/L moderiert)	Schweden	.36	.89	.00	U = 160.0; Z = -.073; p = .942	-.01
	Dtl. (Sek I)	.16	.36	.00		
Praktische Durchführung (von SuS selbstständig)	Schweden	23.87	19.47	17.78	U = 81.0; Z = -2.554; p = .011	-.43
	Dtl. (Sek I)	9.79	11.39	4.66		
Praktische Durchführung (Schüler-vortrag)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5; Z = .00; p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Praktische Durchführung mit Protokollierung (von SuS selbstständig)	Schweden	7.51	14.80	.00	U = 135.0; Z = -.956; p = .339	-.16
	Dtl. (Sek I)	3.77	6.89	.00		
Nur Protokollierung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.17	.68	.00		
Nur Protokollierung (von SuS selbstständig)	Schweden	9.10	15.53	.00	U = 160.5; Z = -.035; p = .972	-.01
	Dtl. (Sek I)	6.76	10.21	.00		

Die Analyse der Auswertungsphase zeigt in Bezug auf den Vergleich von Daten (bei der allgemeinen Betrachtung bereits signifikant unterschiedlich), dass dieser Vergleich in der Sekundarstufe I meist im Unterrichtsgespräch umgesetzt wird und dies signifikant häufiger als in den schwedischen Unterrichtsvideos (Tab. 7.22). Das Aufstellen von Reaktionsgleichungen erfolgt auch meist durch die Lehrkraft moderiert und ebenfalls signifikant häufiger als in der schwedischen Stichprobe. Hier wird nur ein Ausschnitt der Ergebnisse dargestellt. Die vollständige Tabelle befindet sich im Anhang (Tab. A5.19). Weiterhin kommt die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Untersuchungsdaten in beiden Stichproben sehr selten vor (Tab A5.20).

**Tabelle 7.22** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/√N)
Vergleich der Daten (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.03	.11	.00		
Vergleich der Daten (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5; Z = -2.206; p = .027	-.38
	Dtl. (Sek I)	.32	.85	.00		
Reaktionsgleichungen (von L/L vorgegeben)	Schweden	.15	.64	.00	U = 134.0; Z = -1.449; p = .147	-.24
	Dtl. (Sek I)	.25	.49	.00		
Reaktionsgleichungen (von L/L moderiert)	Schweden	.26	.85	.00	U = 116.5; Z = -1.959; p = .050	-.33
	Dtl. (Sek I)	3.15	4.89	.00		
Reaktionsgleichungen (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0; Z = -1.884; p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	2.02	5.61	.00		

Die Variable *Schlussfolgerung* wird hinsichtlich ihrer Begründung in der Sekundarstufe I ebenfalls meist in Form des Unterrichtsgesprächs umgesetzt. Ein signifikanter Unterschied zur schwedischen Gruppe ist auch zu finden (Tab. 7.23). Die gesamte Tabelle zu den Offenheitsgraden bezüglich der Schlussfolgerung ist im Anhang zu finden (Tab. A5.21).

**Tabelle 7.23:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/√N)
Begründung der Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5; Z = -1.516; p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.05	.18	.00		
Begründung der Schlussfolgerung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 114.0; Z = -2.503; p = .012	-.42
	Dtl. (Sek I)	.81	1.99	.00		

Tabellen A5.22 und A5.23 zeigen die Ergebnisse zu der Interpretation und den Interpretationsergebnissen in Bezug auf die Offenheitsgrade. Es lassen sich keine signifikanten Unterschiede identifizieren.

Die Analyse der Offenheitsgrade der Variablen *Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen* zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen der Sekundarstufe I und Schweden hinsichtlich der Vorgabe durch die Lehrerin bzw. den Lehrer. Meist werden allerdings die Regeln durch Moderation der Lehrkraft aufgestellt, wobei hier kein signifikanter

Unterschied identifiziert wurde (Tab. 7.24). Die Offenheitsgrade zur Reflexion weisen wiederum keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf (Tab. A5.24).

**Tabelle 7.24:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutsche Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Sicherung der Generalisierung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.01	.02	.00		
Sicherung der Generalisierung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5; Z = -1.516; p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.14	.43	.00		
Aufstellen von Regeln (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5; Z = -2.206; p = .027	-.37
	Dtl. (Sek I)	.15	.44	.00		
Aufstellen von Regeln (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5; Z = -1.516; p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.18	.54	.00		
Je-desto-Aussagen (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0; Z = -1.057; p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.01	.02	.00		

Die Analyse anderer Unterrichtsaktivitäten, die die Umsetzung der Phasen darstellen, in denen kein *Scientific Inquiry* stattfindet, zeigen auf der Ebene der Offenheitsgrade signifikante Unterschiede im Bereich des Fachwissens. Ein Unterschied wurde bereits in Tabelle 7.13 angedeutet. Tabelle 7.25 zeigt, dass Inhalte des Fachwissens in der deutschen Sekundarstufe I meist in selbstständiger Schülerarbeit umgesetzt werden. In Bezug auf den Lehrervortrag sowie das Austeilen von Materialien konnten signifikante Unterschiede berechnet werden. Ein überzufälliger Unterschied hinsichtlich der Bearbeitung von Fachwissen im Unterrichtsgespräch findet sich allerdings erneut nur auf parametrischem Niveau (Tab. 7.25). Alle Informationen sind im Angang (Tab. A5.25) dargestellt.



**Tabelle 7.25:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich anderer Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht (Ausschnitt) in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Fachwissen (Austei-len von Material)	Schweden	.04	.17	.00	U = 112.0; Z = -2.270; p = .023	-.38
	Dtl. (Sek I)	.48	.77	.00		
Fachwissen (von L/L vorgegeben)	Schweden	1.07	2.25	.00	U = 108.0; Z = -1.971; p = .049	-.33
	Dtl. (Sek I)	3.70	5.33	.37		
Fachwissen (von L/L moderiert)	Schweden	.48	1.21	.00	U = 120.0; Z = -1.612; p = .107	-.27
	Dtl. (Sek I)	5.15	8.49	.00		
Fachwissen (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 95.0; Z = -3.050; p = .002	-.51
	Dtl. (Sek I)	11.93	18.36	.00		

Die Analyse der Explizitheit und der Offenheitsgrade konnte zeigen, dass auch diesbezüglich signifikante Unterschiede zwischen der Sekundarstufe I und Schweden existieren. Somit konnte die Hypothese H<sub>1,3</sub> **[Die Anteile der Offenheitsgrade der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden]** für einige Variablen bestätigt werden.

#### Zusammenfassung:

Die Hypothesenbildung und -sicherung findet in der Sekundarstufe I signifikant häufiger statt als in Schweden, während in den schwedischen Unterrichtsvideos die Sicherung der Planung, die Vorstellung des Untersuchungsplans sowie die Organisation der Untersuchung signifikant häufiger von der Lehrkraft vorgegeben wird. Die praktische Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen findet signifikant häufiger in selbstständiger Schülerarbeit statt im Vergleich zur deutschen Stichprobe der Sekundarstufe I.

Hinsichtlich der Auswertung setzen die Lehrerinnen und Lehrer der deutschen Sekundarstufe I den Vergleich von Daten und das Dokumentieren der Untersuchungsdaten in Form von Reaktionsgleichungen signifikant häufiger im Unterrichtsgespräch um. Dies trifft auch auf die Begründung der Schlussfolgerung zu. Das Aufstellen von Regeln wird häufiger von der Lehrkraft vorgegeben im Vergleich zur schwedischen Stichprobe. Dies trifft auch auf die Vermittlung von Fachwissen zu, wobei auch die selbstständige Bearbeitung des Fachwissens von Schülerinnen und Schülern signifikant häufiger stattfindet als im schwedischen Chemieunterricht.

*Hypothese H<sub>1,4</sub> – Die Qualität der naturwissenschaftlichen Untersuchung ist in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden.*

Ein weiterer Qualitätsaspekt ist die Betrachtung der *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen*. Bei dem Vergleich zwischen der schwedischen Stichprobe und der deutschen Sekundarstufe I wird deutlich, dass der Chemieunterricht in Schweden einen höheren Mittelwert des Summenscores der kodierten Unterrichtsvideos erreicht als die Stichprobe der Sekundarstufe I (Tab. 7.26). Der signifikante Unterschied wird auch in dem Unterschied des Medians deutlich. Somit hat mindestens die Hälfte der kodierten schwedischen Unterrichtsvideos einen Wert von 37.00 erreicht.

**Tabelle 7.26:** Ergebnisse zur *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke ( $Z/\sqrt{N}$ )
Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen	Schweden	32.79	6.79	37.00	U = 75.0; Z = -2.120; p = .034	-.36
	Dtl. (Sek I)	28.57	5.97	28.00		

Es konnte gezeigt werden, dass sich Schweden und die Sekundarstufe I hinsichtlich der Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen unterscheiden, wodurch die Hypothese H<sub>1,4</sub> [**Die Qualität der naturwissenschaftlichen Untersuchung ist in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant anders ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der 9. Jahrgangsstufe in Schweden**] bestätigt werden konnte.

*Hypothese H<sub>1,5</sub> – Die Vorstellungen über Nature of Science und Nature of Scientific Inquiry der Lehrkräfte unterscheiden sich zwischen der schwedischen Stichprobe und der deutschen Sekundarstufe I ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ).*

Zusätzlich zu den Unterrichtsvideos wurden die Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler unter anderem zu ihren Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* befragt. Die Rücklaufquote der befragten Lehrerinnen und Lehrer aus Schweden (N = 12) und der Sekundarstufe I (N = 10) betrug insgesamt N = 22. Die Skala *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* beinhaltet 25 Items (Tab. 5.10), wodurch für jede Lehrkraft ein Summenscore errechnet wurde. Diese Summenscores sind Grundlage für den Vergleich zwischen den beiden Stichprobengruppen.

Tabelle 7.27 zeigt die Ergebnisse der Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*.

**Tabelle 7.27:** Vorstellungen der schwedischen Lehrkräfte und der der Sekundarstufe I über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
NoS/NoSI-Lehrkräfte	Schweden	85.50	5.63	87.50	U = 49.5; Z = -.699; p = .485/.497	-.15
	Dtl. (Sek I)	80.30	12.53	82.00		

Die Hypothese H<sub>1,5</sub> [**Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Lehrkräfte unterscheiden sich zwischen der schwedischen Stichprobe der der deutschen Sekundarstufe I ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ )**] konnte somit nicht bestätigt werden.

*Hypothese H<sub>1,6</sub> – Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zwischen der schwedischen Stichprobe und der der deutschen Sekundarstufe I ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ).*

Es wurden sowohl Schülerinnen und Schüler in Schweden (N = 189; Alter: 15,2; 54,3 % weiblich) und der Sekundarstufe I (N = 815; Alter: 15,2; 50,3 % weiblich) zu ihren Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* befragt. Grundlage waren ebenso die Summenscores der jeweiligen Skala jeder Schülerin und jedes Schülers. Aus den Summenscores wurden Klassenmittelwerte gebildet und aus diesen wiederum ein Gruppenmittelwert berechnet. Die Ergebnisse dieser Befragung zu den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* können der Tabelle 7.28 entnommen werden.

**Tabelle 7.28:** Ergebnisse zu Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
NoS/NoSI-Schüler	Schweden	64.97	15.59	66.00	U = 37406.0; Z = -11.227; p = .00	-.35
	Dtl. (Sek I)	76.33	11.88	78.00		

Die schwedischen Klassen erreichen im Mittel einen signifikant niedrigeren Wert als die Stichprobe der Sekundarstufe I, was Hypothese H<sub>1,6</sub> [**Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zwischen der schwedischen Stichprobe und der der deutschen Sekundarstufe I ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ )**] bestätigt.

#### 7.4 Schulstufenübergreifender Vergleich zur Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht in Berlin

Neben der Aufnahme der Unterrichtsvideos in der deutschen Sekundarstufe I und Schweden wurden zusätzlich N=10 Videos in der Sekundarstufe II aufgenommen. Die Ergebnisse der Analyse dieser Unterrichtsvideos werden im Folgenden näher betrachtet.

Zunächst wird ebenfalls wie im bereits vorgestellten Vergleich die aktive Unterrichtszeit vorgestellt (Tab. 7.29). Dabei ist zu erkennen, dass sich die beiden Gruppen ebenfalls in der Länge der aktiven Unterrichtszeit unterscheiden.

**Tabelle 7.29:** Ergebnisse zur Unterrichtszeit im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

	Gruppe	M [Min]	SD [Min]	Mdn [Min]	Ergebnisse des T-Test	Effektstärke (d)
Unter- richtszeit	<u>Sek I</u>	75.15	24.11	87.26	t (19.360) = 2.118; p = .047;	-.74
	<u>Sek II</u>	88.21	6.19	87.00		

*Hypothese H<sub>2,1</sub> – Die Teilphasen von Scientific Inquiry sind in Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I signifikant ähnlich ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/N} < .3$ ) gewichtet wie in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.*

Betrachtet man den Unterschied der *Inquiry*-Phasen zwischen der Sekundarstufe I und II, so sind keine statistischen Unterschiede zu finden (Tab. 7.30).

**Tabelle 7.30:** Ergebnisse zur Umsetzung der *Inquiry*-Phasen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Kein <i>Scientific Inquiry</i>	Sek I	38.89	33.72	28.15	U = 51.0; Z = -1.707; p = .088/.093	-.33
	Sek II	21.33	32.47	5.02		
Fragestellung	Sek I	1.51	3.042	.00	U = 80.5; Z = -.243; p = .808/.824	-.05
	Sek II	.67	1.19	.08		
Hypothese	Sek I	3.68	4.09	1.85	U = 77.5; Z = -.394; p = .693/.711	-.08
	Sek II	2.99	4.31	.92		
Untersuchung	<u>Sek I</u>	39.67	29.94	41.44	U = 56.0; Z = -1.457; p = .145/.155	-.28
	Sek II	55.29	32.45	75.57		
Auswertung und Interpretation	<u>Sek I</u>	15.67	12.98	10.75	t (25) = .700; p = .490	-.28
	<u>Sek II</u>	19.43	14.31	16.22		
Reflexion	Sek I	.58	1.02	.00	U = 68.0; Z = -1.017; p = .309/.414	-.20
	Sek II	.28	.72	.00		

Auch die allgemeine Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht, die Formulierung und Sicherung der Fragestellung sowie die Kategorien der Hypothesenbildung zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen der Gruppe der Sekundarstufe I und der der Sekundarstufe II (Tab. A5.26, A5.27 und A5.28).

Hinsichtlich der Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen findet sich wiederum ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen, wobei in der Sekundarstufe I Untersuchungen häufiger geplant werden (Tab. 7.31). Es ist auffällig, dass in der Sekundarstufe II keine Planung stattfindet.

**Tabelle 7.31:** Ergebnisse zur Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Planung	<u>Sek I</u>	91.56	9.23	95.48	U = 71.0; Z = -.703; p = .482/.505	-.14
	<u>Sek II</u>	95.69	2.78	95.75		
Planung	Sek I	4.42	8.53	.00	U = 45.0; Z = -2.487; p = .013/.046	-.48
	Sek II	.00	.00	.00		
Bewertung der Planung	Sek I	.05	.14	.00	U = 75.0; Z = -1.105; p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		
Sicherung der Planung	Sek I	.03	.11	.00	U = 80.0; Z = -.767; p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans	<u>Sek I</u>	1.57	1.89	.71	U = 49.5; Z = -1.792; p = .073/.074	-.35
	<u>Sek II</u>	3.11	2.45	2.50		
Organisation	<u>Sek I</u>	.94	.94	.84	U = 69.0; Z = -.808; p = .419/.443	-.16
	<u>Sek II</u>	1.20	.94	1.10		
Instruktion zur Planung	Sek I	.21	.43	.00	U = 65.0; Z = -1.624; p = .104/.334	-.31
	Sek II	.00	.00	.00		
Vorstellen von Chemikalien und Geräte	Sek I	.02	.085	.00	U = 80.0; Z = -.767; p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		

Ein weiterer überzufälliger Unterschied zwischen der Sekundarstufe I und II findet sich bei der organisatorischen Vorbereitung durch die Schülerinnen und Schüler (Tab. 7.32). Diese Kategorie beschreibt das Zusammensuchen von Geräten und Chemikalien sowie den Aufbau für die naturwissenschaftliche Untersuchung.

**Tabelle 7.32:** Ergebnisse zum Auf- und Abbau von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Kein Auf- und Abbau	<u>Sek I</u>	92.2233	7.39831	83.4025	t (25) = -1.366; p = .184	-.53
	<u>Sek II</u>	87.9703	8.49607	95.1259		
L/L baut Versuch auf	Sek I	.2686	1.09659	.00	U = 75.0; Z = -1.105; p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		
L/L hat Versuch bereits aufgebaut	Sek I	.1326	.29536	.00	U = 70.0; Z = -1.380; p = .168/.473	-.27
	Sek II	.00	.00	.00		
S/S oder L/L bauen Versuch ab	Sek I	2.6555	4.14194	6.7759	U = 68.5; Z = -.867; p = .386/.414	-.17
	<u>Sek II</u>	3.1526	3.44164	.00		
S/S bereiten Untersuchung organisatorisch vor	Sek I	3.7662	6.02597	.00	U = 37.0; Z = -2.417; p = .016/.015	-.47
	Sek II	7.4993	4.50043	.00		
S/S bereiten Untersuchung inhaltlich vor	Sek I	.9537	1.78385	.00	U = 75.0; Z = -.598; p = .550	-.12
	<u>Sek II</u>	1.3778	2.24315	.00		

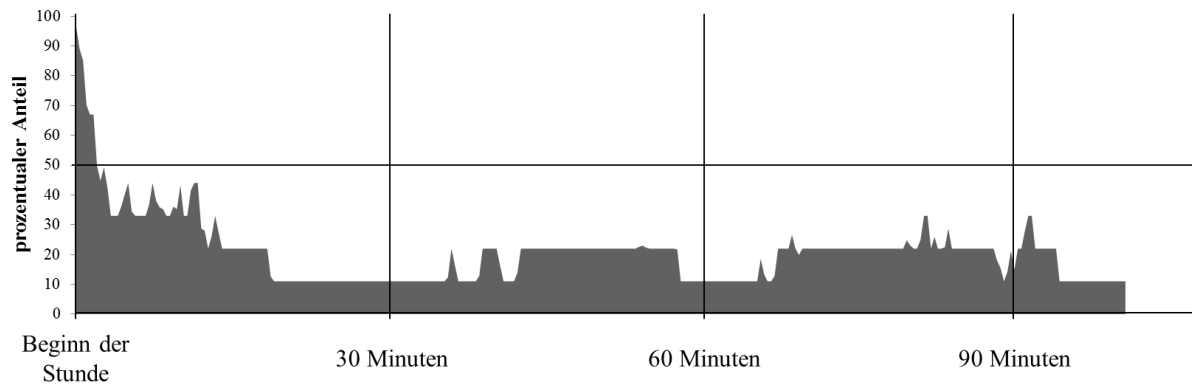
Alle weiteren Variablen und Kategorien zeigen keine weiteren Unterschiede zwischen den Gruppen (Tab. A5.29 bis A5.38).

In Bezug auf die latente Profilanalyse konnten für die deutschen Stichproben der Sekundarstufe I und II keine Profile identifiziert werden. Grund dafür ist die zu kleine Stichprobe an Unterrichtsvideos.

Zur Identifizierung eventueller deskriptiver Unterschiede zwischen der Sekundarstufe I und II werden *lesson signatures* hinzugezogen, wie es bereits für die Stichprobe der Sekundarstufe I und Schweden der Fall war.

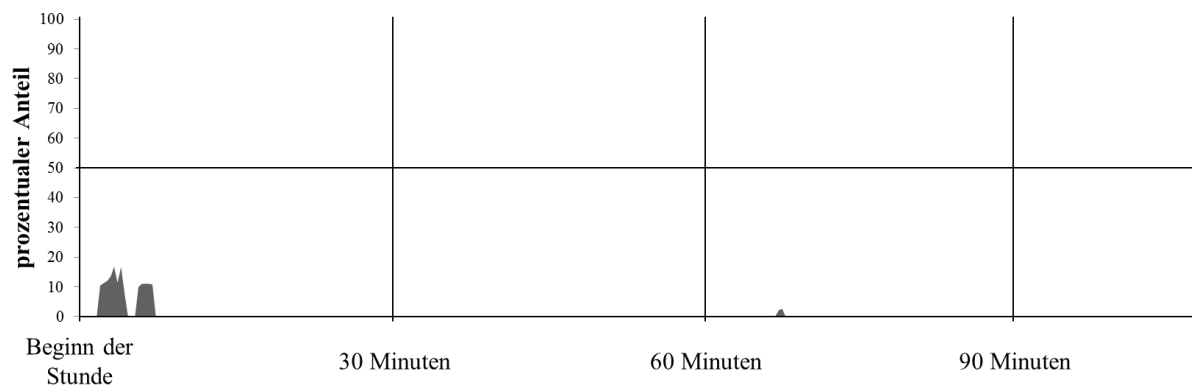
Abbildung 7.13 zeigt die *lesson signature* zur Variablen „kein *Scientific Inquiry*“ in der Sekundarstufe II. Zum Vergleich mit der Stichprobe der Sekundarstufe I dient Abbildung 7.1. Die *signatures* zeigen beide – vor allem zu Beginn der Unterrichtsstunde – einen großen Anteil von Unterrichtaktivitäten, die keinen Bezug zur Erkenntnisgewinnung haben und weisen somit eine gewisse Parallelität zueinander auf. Auffällig ist, dass eine Lehrkraft zu jedem Zeitpunkt im Bereich des Fachwissen unterrichtet, obwohl die Lehrerinnen und Lehrer gebeten wurden, eine naturwissenschaftliche Untersuchung in die gefilmte Doppelstunde einzubinden.

## 7 Ergebnisse



**Abbildung 7.13:** Lesson signature von „kein Scientific Inquiry“ in der deutschen Sekundarstufe II.

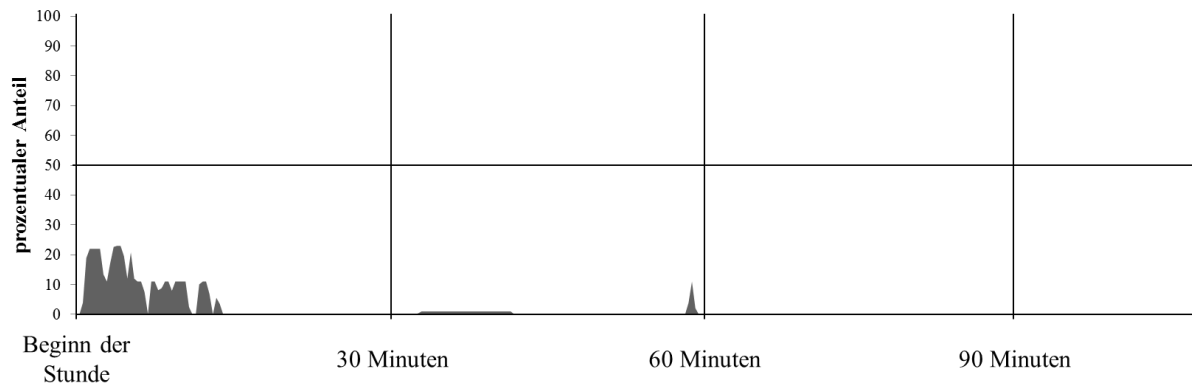
Die Fragestellung wird in Sekundarstufe II lediglich – wenn diese formuliert wird – zu Beginn der Unterrichtsstunde aufgestellt. Deskriptiv unterscheidet sich die Formulierung der Fragestellung im Vergleich zur Sekundarstufe I dahingehend (Abb. 7.3), dass die Fragestellung meist innerhalb der ersten 30 Minuten formuliert wird und nicht nur in den ersten 10 Minuten (Abb. 7.14). Ähnlich ist, dass Fragestellungen ebenfalls am Ende der Unterrichtsstunde (neu)formuliert werden.



**Abbildung 7.14:** Lesson signature zur Formulierung von Fragestellungen in der deutschen Sekundarstufe II.

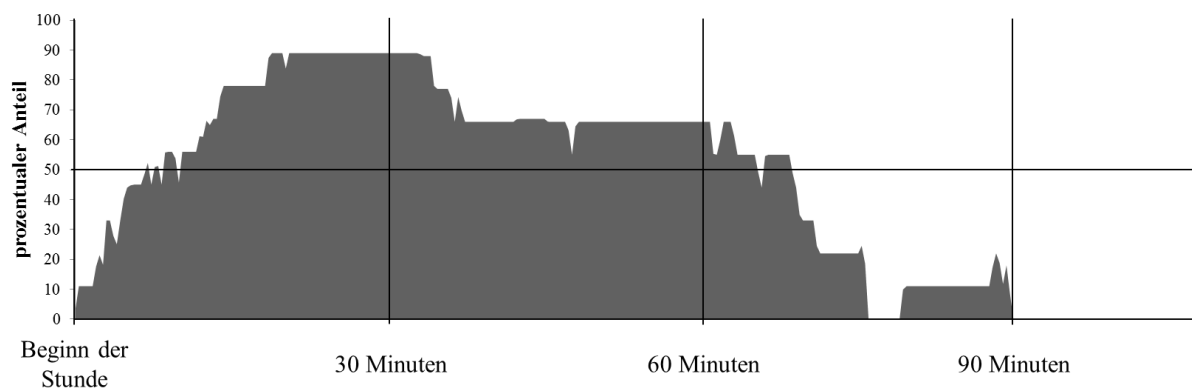
Auch die Bildung der Hypothesen findet in der Sekundarstufe II meist in den ersten 15 Minuten statt (Abb. 7.15), während in der Sekundarstufe I die Hypothesenbildung annähernd durchgehend kodiert werden konnte (Abb. 7.5). Ähnlich wie bei den Fragestellungen werden Hypothesen auch im späteren Abschnitt der Unterrichtsstunde gebildet.





**Abbildung 7.15:** *Lesson signature* zur Bildung von Hypothesen in der deutschen Sekundarstufe II.

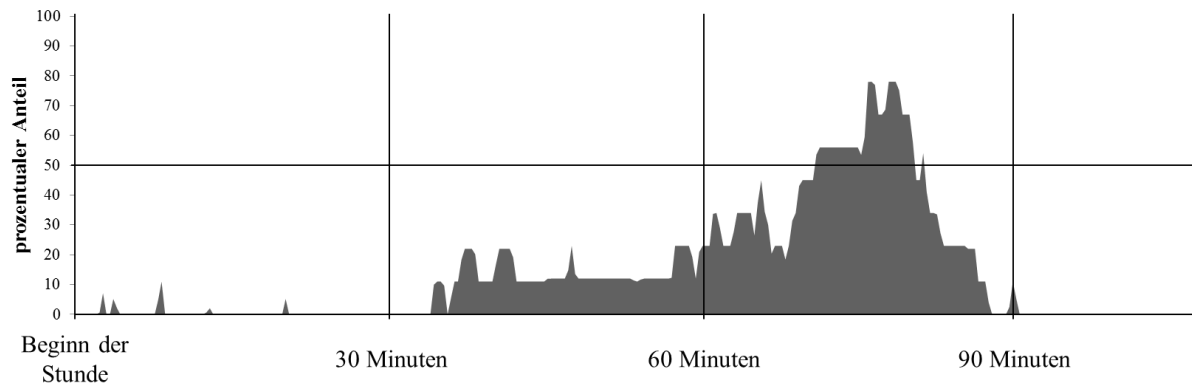
Die Form der Untersuchungsphase ähnelt deskriptiv eher der aus den schwedischen Unterrichtsdaten (Abb. 7.8). Während die *signature* zur Phase der Untersuchung in der Sekundarstufe I (Abb. 7.7) eher einer monoton abfallenden Kurve ähnelt, entsprechen die schwedischen *signatures* und die der Sekundarstufe II eher einer zunächst ansteigenden und anschließend fallenden Kurve (Abb. 7.16).



**Abbildung 7.16:** *Lesson signature* zur Phase der Untersuchung in der deutschen Sekundarstufe II.

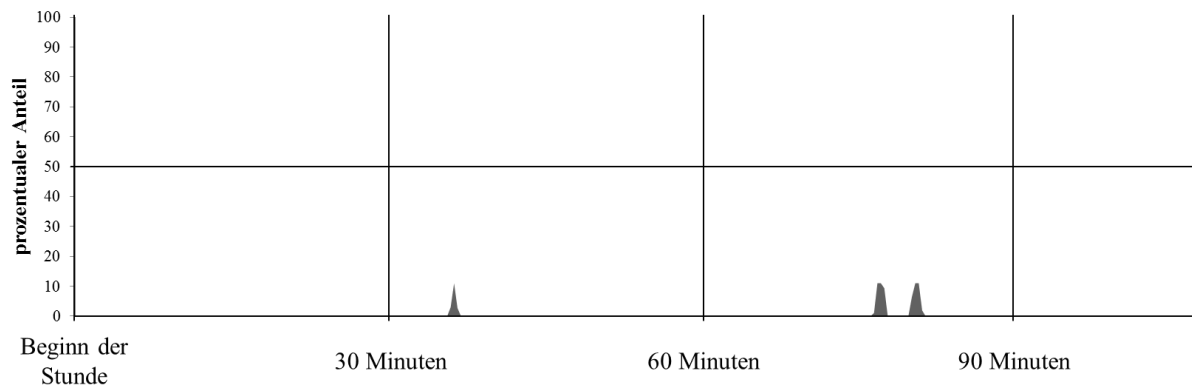
Die *lesson signature* der Phase der *Auswertung und Interpretation* (Abb. 7.17) ähnelt der der Sekundarstufe I, wobei in der Sekundarstufe II am Ende der Unterrichtsstunde wesentlich höhere Anteile als in der Sekundarstufe I (Abb. 7.9) und zu Beginn nur einzelne *Peaks* zu beobachten sind. Die kleinen Anstiege zu Beginn der Unterrichtsstunde beziehen sich auf die Instruktion der Auswertungs- und Interpretationsphase.

## 7 Ergebnisse



**Abbildung 7.17:** *Lesson signature* zur Phase der Auswertung und Interpretation in der deutschen Sekundarstufe II.

Die Phase der *Reflexion* wird in der Sekundarstufe II auch eher selten umgesetzt (Abb. 7.18). Eine generelle seltene Umsetzung der Reflexion ist ebenfalls in der Sekundarstufe I zu beobachten (Abb. 7.11).



**Abbildung 7.18:** *Lesson signature* zur Phase der Reflexion in der deutschen Sekundarstufe II.

Die *lesson signatures* zwischen den deutschen Stichproben ähneln sich wesentlich mehr als die *signatures* zwischen der Sekundarstufe I und der schwedischen Stichprobe. Somit ist der deutsche Chemieunterricht auch auf der Ebene der *lesson signatures* in sich relativ einheitlich.

Die Hypothese H<sub>2,1</sub> [Die Teilphasen von *Scientific Inquiry* sind in Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I ähnlich ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/N} < .3$ ) gewichtet wie in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II] konnte somit für die meisten Kategorien bestätigt werden. Unterschiede konnten nur für die Kategorie *Planung* gefunden werden. Es konnte folglich gezeigt werden, dass sich die Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I und II mehr ähneln als die der Sekundarstufe I und die der schwedischen Klassen. Diese Ähnlichkeit wird auch durch die Analyse der latenten Profile und der *lesson signatures* unterstützt.

*Hypothese H<sub>2,2</sub> – Die Anteile der expliziten Thematisierung der Inquiry-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/N} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.*

Betrachtet man die explizite Thematisierung von *Scientific Inquiry* der einzelnen Phasen naturwissenschaftlicher Untersuchungen im Chemieunterricht zwischen der Sekundarstufe I und II, so wird deutlich, dass sowohl die *Hypothese* als auch die *Auswertung und Interpretation* in der Sekundarstufe I signifikant häufiger implizit unterrichtet werden als in der Sekundarstufe II. Somit wird den Schülerinnen und Schülern in einigen Fällen nicht bewusst gemacht, dass sie sich in der Hypothesenbildung bzw. der Auswertung- oder Interpretationsphase befinden (Tab. 7.33).

**Tabelle 7.33:** Ergebnisse zur Explizitheit der *Inquiry*-Phasen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Fragestellung explizit	Sek I	1.38	3.06	.00	U = 81.0; Z = -.249; p = .804	-.05
	Sek II	.64	2.04	.00		
Fragestellung implizit	Sek I	.14	.25	.00	U = 73.0; Z = -.782; p = .434	-.15
	Sek II	.04	.30	.00		
Hypothese explizit	Sek I	.91	2.03	.00	U = 56.0; Z = -1.803; p = .071	-.35
	Sek II	2.89	2.53	.39		
Hypothese implizit	Sek I	2.77	4.16	.34	U = 46.0; Z = -2.260; p = .024	-.44
	Sek II	.11	2.83	.00		
Untersuchung explizit	<u>Sek I</u>	37.50	30.93	39.28	U = 53.5; Z = -1.584; p = .113	.31
	Sek II	55.11	31.30	75.35		
Untersuchung implizit	Sek I	2.17	7.22	.00	U = 68.0; Z = -1.057; p = .290	.20
	Sek II	.18	16.73	.00		
Auswertung und Interpretation explizit	Sek I	9.90	12.44	3.5066	U = 47.0; Z = -1.924; p = .054	-.37
	<u>Sek II</u>	19.38	11.71	16.22		
Auswertung und Interpretation implizit	Sek I	5.77	8.84	1.33	U = 38.5; Z = -2.623; p = .009	-.50
	Sek II	.06	5.95	.00		
Reflexion explizit	Sek I	.00	.00	.00	U = 85.0; Z = .00; p = 1.00	.00
	Sek II	.00	.00	.00		
Reflexion implizit	Sek I	.58	1.02	.00	U = 68.0; Z = -1.017 p = .309	-.20
	Sek II	.28	1.15	.00		

Die allgemeine Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses auf metakognitiver Ebene tritt in den deutschen Stichproben der Sekundarstufe I (Abb. A5.2) und der Sekundarstufe II (Abb. A5.3) selten auf. Dies wird auch in Tabelle A5.26 deutlich, in der ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen der Sekundarstufe I und II berechnet wurde.

Die Hypothese  $H_{2,2}$  [Die Anteile der expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II] kann bestätigt werden. Ausschließlich in Bezug auf die Hypothesenbildung und die *Auswertung und Interpretation* treffen die Vorannahmen zu. Danach unterrichten die Lehrkräfte in der Sekundarstufe I diese Phasen häufiger implizit als in der Sekundarstufe II.

*Hypothese  $H_{2,3}$  – Die Anteile der Offenheitsgrade der Inquiry-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.*

Die Betrachtung der Offenheitsgrade im Allgemeinen zeigt, dass das Unterrichtsgespräch neben der selbstständigen Schüleraktivität eine dominante Rolle einnimmt, denn im Vergleich zur Sekundarstufe II setzen die Lehrkräfte der Sekundarstufe I signifikant häufiger die *Inquiry*-Phasen in Form eines Unterrichtsgesprächs um (Tab. 7.34).

**Tabelle 7.34:** Ergebnisse zu den Anteilen der Offenheitsgrade in allen Phasen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Offenheitsgrad	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests (T-Test bei NV)	Effektstärke ( $Z/\sqrt{N}$ ); $d$ bei NV
von der Lehrkraft vorgegeben	<u>Sek I</u>	13.4799	6.7367	11.2261	$t(25) = -1.330$ ; $p = .196$	.51
	<u>Sek II</u>	9.3777	9.2625	6.1737		
von der Lehrkraft modelliert	<u>Sek I</u>	28.8399	11.5261	29.3079	$t(25) = -3.677$ ; $p = .001$	1.51
	<u>Sek II</u>	13.1246	9.1245	13.0392		
von SuS selbstständig	<u>Sek I</u>	42.7385	13.8674	46.2971	$t(25) = .102$ ; $p = .920$	-.04
	<u>Sek II</u>	43.4544	22.7936	50.7379		
Schülervortrag	Sek I	.0281	.1157	.00	$U = 81.0$ ; $Z = -.442$ ; $p = .658/.863$	-.09
	Sek II	2.1157	6.6903	.00		

Tiefergehende Analysen hinsichtlich der Offenheitsgrade bezogen auf die einzelnen Kategorien weisen nur wenige Unterschiede zwischen den deutschen Stichproben auf. So sind die Unterschiede der Variablen *Betrachtung des Inquiry-Prozesses* (Tab. A5.39), *Formulierung der Fragestellung(en)* (Tab. A5.40) und *Bildung von Hypothesen* (Tab. A5.41) hinsichtlich ihres Grades der Offenheit nicht signifikant. Für die *Formulierung der Fragestellungen* konn-

te zwar ein signifikanter Unterschied bezüglich der *Fragestellung von der Lehrkraft vorgegeben* berechnet werden, dennoch gilt das nur im Falle parametrischer Daten.

Die Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen weist im Gegenzug signifikante Unterschiede hinsichtlich der nicht-parametrischen Daten auf (Tab. 7.35). Da in der Sekundarstufe II keine naturwissenschaftlichen Untersuchungen geplant werden, unterscheiden sich die Sekundarstufe I und II in der Kategorie *Planung von der Lehrkraft moderiert* trotz niedriger Werte auf der Seite der Sekundarstufe I. Ein Unterschied in der Planung, die von der Lehrkraft vorgegeben ist, wird auf der Ebene der asymptotischen Signifikanz deutlich. Die exakte Signifikanz weist jedoch auf keinen Unterschied hin. Dieser Fall tritt auch bei der *Vorstellung des Untersuchungsplans selbstständig durch die Schülerinnen und Schüler* auf, wodurch ein signifikanter Unterschied bei einer größeren Stichprobe anzunehmen ist, hier ist allerdings das Ergebnis der asymptotischen Signifikanz mit Vorsicht zu betrachten. Die gesamten Ergebnisse zur *Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen* sind in Tabelle A5.42 einsehbar.

**Tabelle 7.35:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen (Ausschnitt) im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Planung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.96	3.23	.00	U = 55.0; Z = -2.069; p = .039/.141	-.40
	Sek II	.00	.00	.00		
Planung (von L/L moderiert)	Sek I	1.66	2.62	.00	U = 45.0; Z = -2.487; p = .013/.046	-.48
	Sek II	.00	.00	.00		
Planung (von SuS selbstständig)	Sek I	1.80	5.00	.00	U = 70.0; Z = -1.380; p = .168/.473	-.27
	Sek II	.00	.00	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (Aus-teilen von Material)	Sek I	.00	.00	.00	U = 34.0; Z = -3.518; p = .00/.009	-.68
	Sek II	.45	.81	.2953		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L vorgegeben)	<u>Sek I</u>	1.05	1.27	.4637	t (19.691) = 1.023; p = .319	-.41
	<u>Sek II</u>	1.55	1.22	1.23		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L moderiert)	Sek I	.52	.88	.00	U = 77.5; Z = -.449; p = .654/.711	-.09
	Sek II	.29	.53	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von SuS selbstständig)	Sek I	.00	.00	.00	U = 51.0; Z = -2.761; p = .006/.093	-.53
	Sek II	.82	1.21	.00		

Alle restlichen untersuchten Variablen – *inhaltliche Vorbereitung* (Tab. A5.43), *praktische Durchführung* (Tab. A5.44), *Sammlung von Daten* (Tab. A5.45), *Auswertung* (Tab. A5.46), *Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten* (Tab. A5.47), *Schlussfolgerung* (Tab. A5.48), *Interpretation* (Tab. A5.49), *Interpretationsergebnisse* (Tab. A5.50), *Generalisierung* (Tab. A5.51), *Reflexion* (Tab. A5.52), sowie *andere Unterrichtsaktivitäten* (Tab. A5.53) – zeigen in

Bezug auf die Offenheitsgrade keine signifikanten Unterschiede zwischen den deutschen Gruppen.

Die Ergebnisse zeigen erneut, dass der Chemieunterricht in der Sekundarstufe I und II hinsichtlich der untersuchten Variablen, Kategorien und *Modifier* gewisse Ähnlichkeiten aufweisen, während sich der schwedische Chemieunterricht erheblich häufiger vom Chemieunterricht der Sekundarstufe I unterscheidet.

Die Hypothese H<sub>2,3</sub> [Die Anteile der Offenheitsgrade der *Inquiry*-Phasen sind in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung thematisiert wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/N} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II] konnte bestätigt werden. Nur für die Phase der *Planung einer Untersuchung* kann die Hypothese verworfen werden, wobei sich die beiden Stichprobengruppen übergeordnet auch im Anteil des Unterrichtsgesprächs unterscheiden.

*Hypothese H<sub>2,4</sub> – Die Qualität der naturwissenschaftlichen Untersuchung ist in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung unterrichtet wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/N} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II.*

Hinsichtlich der *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* unterscheiden sich die Unterrichtsvideos der beiden Stichprobengruppen nicht (Tab. 7.36).

**Tabelle 7.36:** Ergebnisse zur Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen	Sek I	28.57	5.97	28.00	U = 61.5;	-.02
	Sek II	28.78	5.57	29.00	Z = -.095; p = .924/.926	

Es konnte Hypothese H<sub>2,4</sub> [Die Qualität der naturwissenschaftlichen Untersuchung ist in den Unterrichtsstunden, in denen eine naturwissenschaftliche Untersuchung unterrichtet wird, in der deutschen Sekundarstufe I nicht signifikant anders ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/N} < .3$ ) gewichtet als in Unterrichtsstunden der deutschen Sekundarstufe II] bestätigt.

*Hypothese H<sub>2,5</sub> – Die Vorstellungen über Nature of Science und Nature of Scientific Inquiry der Lehrkräfte unterscheiden sich nicht zwischen den Stichproben der deutschen Sekundarstufe I und II ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/N} < .3$ ).*

Die Rücklaufquote der befragten Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe I (N = 10) und der Sekundarstufe II (N = 6) betrug insgesamt N = 16. Die Summenscores der 25 Items der

Skala *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* sind Grundlage für den Vergleich zwischen den beiden Stichprobengruppen.

Tabelle 7.37 zeigt die Ergebnisse der Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* in der Sekundarstufe I und II.

**Tabelle 7.37:** Vorstellungen der deutschen Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
NoS/NoSI-Lehrkräfte	Sek I	80.30	12.53	82.00	U = 23.00; Z = -.784; p = .433/.492	-.20
	Sek II	82.17	15.58	90.00		

Die Hypothese H<sub>2,5</sub> [**Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Lehrkräfte unterscheiden sich nicht zwischen den Stichproben der deutschen Sekundarstufe I und II ( $p \geq .05$ ;  $d < .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} < .3$ )**] wurde bestätigt.

*Hypothese H<sub>2,6</sub> – Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zwischen den Stichproben der deutschen Sekundarstufe I und II ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ ).*

Es wurden in der Sekundarstufe I N = 815 (Alter: 15,2; 50,3 % weiblich) Schülerinnen und Schüler und in der Sekundarstufe II N = 171 (Alter: 16,7; 53,9 % weiblich) Schülerinnen und Schüler zu ihren Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* befragt. Grundlage waren ebenso die Summenscores der jeweiligen Skala jeder Schülerin und jedes Schülers. Die Ergebnisse dieser Befragung zu den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* sind in Tabelle 7.38 dargestellt.

**Tabelle 7.38:** Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* in der Sekundarstufe I und II; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke (Z/ $\sqrt{N}$ )
NoS/NoSI-Schüler	Sek I	76.33	11.88	78.00	U = 40018.5; Z = -7.761; p = .00	-.25
	Sek II	83.38	7.88	84.00		

Die Klassen der Sekundarstufe II erreichen im Mittel einen signifikant höheren Wert als die Stichprobe der Sekundarstufe I. Der Unterschied zwischen den beiden Stichprobengruppen ist signifikant, wobei aber die Effektstärke etwas zu niedrig ist. Generell kann aber die Hypothese H<sub>2,6</sub> [**Die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zwischen den Stichproben der deutschen Sekundarstufe I und II ( $p \leq .05$ ;  $d > .5$ ;  $r_{Z/\sqrt{N}} > .3$ )**] bestätigt werden.

## 7.5 Lehrervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*

In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass subjektive Theorien von Lehrerinnen und Lehrern einen Einfluss auf den Unterricht haben (Dann, 1994; Fischler et al., 2002; Hashweh, 1996; Helmke, 2005; Nespor, 1987; Wahl, 2001). Aus diesem Grund muss konkret auf epistemologischer Ebene geprüft werden, ob die Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* mit der Umsetzung von *Scientific Inquiry* in einem Zusammenhang stehen.

Wenn sich die Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht von Lehrerinnen und Lehrern mit wissenschaftlichen Vorstellungen zur Umsetzung mit weniger wissenschaftlichen Vorstellungen unterscheidet (Dann, 1994; Fischler et al., 2002; Hashweh, 1996; Helmke, 2005; Nespor, 1987; Wahl, 2001), dann ist ebenfalls von einer Auswirkung auf die Qualität der Umsetzung von *Scientific Inquiry* auszugehen. Dazu werden die *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen*, die Grade der Offenheit, die explizite Umsetzung der *Inquiry*-Phasen sowie die metakognitive Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses mit den Vorstellungen der Lehrkräfte in Verbindung gebracht.

Um die Fragestellungen allerdings zu legitimieren, muss zunächst geprüft werden, ob zwischen den Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und denen der Schülerinnen und Schüler ein direkter Zusammenhang besteht. Die Summenscores der Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* wurde ebenfalls dafür verwendet, Zusammenhänge zu übrigen Variablen des Chemieunterrichts, wie den *Inquiry*-Phasen, der expliziten Thematisierung sowohl der einzelnen Phasen von *Scientific Inquiry* als auch generell des *Inquiry*-Prozesses, den Offenheitsgraden sowie der *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* zu berechnen. Dazu wurden sowohl Partialkorrelationen berechnet, wobei zum einen die Stichprobe herauspartialisiert wird und zum anderen die Stichprobenvariablen in Dummyvariablen überführt wurden. Dadurch können zusätzlich die Zusammenhänge zwischen Stichprobe und untersuchter Variable berechnet werden.

*Hypothese H<sub>3,0</sub> – Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich Nature of Science und Nature of Scientific Inquiry korreliert nicht mit dem Klassensummenscore der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über Nature of Science und Nature of Scientific Inquiry ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).*

Bevor jedoch die Ergebnisse bezüglich der Fragestellungen vorgestellt werden, ist zu prüfen, ob die Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* direkt mit den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* (NoS und NoSI) zusammenhängen (Tab. 7.39).



**Tabelle 7.39:** Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte *über NoS* und *NoSI* mit den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler *über NoS* und *NoSI*; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.

Gruppe	Partialkorrelation		
	$r_{\text{NoS Lehrer/NoS Schüler}} (p <)$	$r_{\text{NoS Lehrkraft/Land}} (p <)$	$r_{\text{NoS Schüler/Land}} (p <)$
Vorstellungen der Lehrkräfte <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i>			
Schweden	-.294 (.087)	.371 (.041)	-.904 (.00)
Sek I		.428 (.021)	-.338 (.058)
Sek II		.640 (.001)	-.090 (.341)

Tabelle 7.39 zeigt, dass kein direkter Zusammenhang zwischen den Vorstellungen der Lehrerinnen und Lehrer und denen der Schülerinnen und Schüler durch die Daten berechnet werden konnte. Dies bestätigt die Hypothese  $H_{3,0}$  [**Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert nicht mit dem Klassensummenscore der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler *über Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )**]. Dies legitimiert, dass eine Untersuchung zum Zusammenhang zwischen Chemielehrkraft und dem Chemieunterricht und wiederum zwischen Chemieunterricht und den Schülerinnen und Schülern durch die Prüfung folgender Hypothesen erfolgt.

Weiterhin machen die Ergebnisse in Tabelle 7.39 deutlich, dass die Schülervorstellungen und die schwedische Stichprobe negativ miteinander korrelieren, während die Lehrervorstellungen mit der Stichprobe der Sekundarstufe I und II positiv miteinander korrelieren.

*Hypothese  $H_{3,1}$  – Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten der Inquiry-Phasen ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).*

Zur Überprüfung der Hypothese wurden die Summenscores der Lehrkräfte ( $N_{\text{Schweden}} = 12$ ;  $N_{\text{SekI}} = 6$ ;  $N_{\text{SekII}} = 5$ ) bezüglich ihrer Vorstellungen *über Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und die Prozentanteile der Phasen von *Scientific Inquiry* miteinander korreliert (Tab. 7.40).

**Tabelle 7.40:** Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte *über NoS* und *NoSI* mit den Phasen von *Scientific Inquiry*; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.

Partialkorrelation	$r (p <)$
Vorstellungen der Lehrkräfte <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>kein Scientific Inquiry</i>	-.237 (.138)
Vorstellungen der Lehrkräfte <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Fragestellung</i>	.393 (.032)
Vorstellungen der Lehrkräfte <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Hypothese</i>	.063 (.387)
Vorstellungen der Lehrkräfte <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Untersuchung</i>	.255 (.120)
Vorstellungen der Lehrkräfte <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Auswertung und Interpretation</i>	-.281 (.097)
Vorstellungen der Lehrkräfte <i>über NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Reflexion</i>	.146 (.253)

Die Tabelle 7.40 zeigt generell, dass die Phasen der Erkenntnisgewinnung und die Vorstellungen der Lehrkräfte in keinem Zusammenhang stehen. Die *Phase der Fragestellung* und die Lehrervorstellungen deuten einen kleinen auch signifikanten Zusammenhang an. Die Hypothese H<sub>3,1</sub> [**Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten der *Inquiry*-Phasen ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )**] kann dennoch nicht bestätigt werden.

*Hypothese H<sub>3,2</sub> – Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten offener Unterrichtsformen ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).*

Um die Hypothese überprüfen zu können, wurde der Zusammenhang zwischen den Summenscores der Lehrkräfte zu ihren Vorstellungen und den Summenwerten der prozentualen Anteile der Offenheitsgrade aus den umgesetzten Phasen zu *Scientific Inquiry* berechnet. Es wurden nur die Offenheitsgrade *vom Lehrer vorgegeben*, *vom Lehrer moderiert* und *selbstständig von den Schülerinnen und Schülern* betrachtet. Die Kategorie *Schülervortrag* floss nicht in die Berechnung ein, da sie sehr selten kodiert wurde. Die Ergebnisse zu den Zusammenhangsanalysen sind in Tabelle A5.54.

Es bestehen keine Zusammenhänge zwischen den Vorstellungen der Lehrkräfte und den Offenheitsgraden. Die Hypothese H<sub>3,2</sub> [**Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten offener Unterrichtsformen ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )**] kann somit verworfen werden.

*Hypothese H<sub>3,3</sub> – Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer expliziten Umsetzung der *Inquiry*-Phasen ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).*

Diese Hypothese geht von einer expliziteren Umsetzung der *Inquiry*-Phasen bei elaborierteren Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* aus. Es wurde geprüft, inwiefern die Summenscores der Vorstellungen der Lehrkräfte mit den Summenwerten der prozentualen Anteile der expliziten bzw. impliziten Umsetzung der *Inquiry*-Phasen miteinander korrelieren.

Die explizite bzw. implizite Umsetzung der *Inquiry*-Phasen weist hinsichtlich der impliziten Umsetzung der *Phase der Auswertung und Interpretation* einen negativen Zusammenhang mit den Vorstellungen der Lehrkräfte auf (Tab. 7.41). Ansonsten lassen sich keine Zusammenhänge finden.

**Tabelle 7.41:** Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über *NoS* und *NoSI* mit der expliziten bzw. impliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.

<b>Partialkorrelation</b>	<b>r (p &lt;)</b>
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Fragestellung explizit</i>	-.105 (.317)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Fragestellung implizit</i>	.226 (.150)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Hypothese explizit</i>	.339 (.057)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Hypothese implizit</i>	-.221 (.156)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Untersuchung explizit</i>	.054 (.403)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Untersuchung implizit</i>	.275 (.102)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Auswertung und Interpretation explizit</i>	-.016 (.472)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Auswertung und Interpretation implizit</i>	-.583 (.002)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Reflexion explizit</i>	.003 (.494)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Reflexion implizit</i>	.165 (.226)

Die Ergebnisse zeigen, dass die Hypothese H<sub>3,3</sub> [**Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer expliziten Umsetzung der *Inquiry*-Phasen ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )**] für die implizite Thematisierung der *Phase der Auswertung und Interpretation* bestätigt werden kann. Für die übrigen Phasen kann die Hypothese verworfen werden.

*Hypothese H<sub>3,4</sub> – Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).*

Ob die explizite Auseinandersetzung mit dem Prozess der Erkenntnisgewinnung von den Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* abhängt, soll im Folgenden geprüft werden. Dazu wurden die prozentualen Anteile der Lehrerinnen und Lehrer mit den Summenscores der Lehrkräfte bezüglich ihrer Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* in Bezug auf ihren Zusammenhang hin untersucht (Tab. A5.55). Die Ergebnisse zeigen, dass kein Zusammenhang zwischen den Vorstellungen der Lehrerinnen und Lehrer und der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses besteht. Somit kann auch Hypothese H<sub>3,4</sub> [**Der Summenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Lehrkräfte bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses ( $r < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )**] verworfen werden.

## Zusammenfassung:

Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Schüler- und Lehrervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*. Ein kleiner positiver Zusammenhang konnte zwischen den Lehrervorstellungen und der *Phase der Fragestellungen* ein negativer hinsichtlich der impliziten Umsetzung der *Phase der Auswertung und Interpretation* festgestellt werden. In Bezug auf die anderen Phasen zeigten sich keine Zusammenhänge zu den Lehrervorstellungen.

7.6 Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*

Einige Studien konnten zeigen, dass die Gestaltung von *Inquiry*-Prozessen im Unterricht einen Einfluss auf die Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* haben (Abd-El-Khalick, 2006; Duit & Treagust, 1995; Stodolsky et al., 1991). Dies gilt es zu prüfen. Gleichzeitig wird untersucht, ob Aspekte der Qualität des Chemieunterrichts und der dort angebotenen *Inquiry*-Prozesse ebenfalls mit den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler in einem Zusammenhang stehen.

*Hypothese H<sub>4,1</sub> – Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich Nature of Science und Nature of Scientific Inquiry korreliert mit dem Auftreten der Inquiry-Phasen ( $r_s, \tau < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).*

Zur Überprüfung der Hypothese, ob zwischen den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und der Umsetzung von *Scientific Inquiry* ein Zusammenhang besteht, wurden die Mittelwerte der Schülerscores je Klasse und die prozentualen Anteile der umgesetzten *Inquiry*-Phasen verwendet.

Zwischen der *Phase der Hypothese* sowie der *Phase der Auswertung und Interpretation* und den Schülervorstellungen besteht ein positiver Zusammenhang, hinsichtlich der *Phase der Untersuchung* ein negativer Zusammenhang (Tab. 7.42).

**Tabelle 7.42:** Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *NoS* und *NoSI* mit den Phasen von *Scientific Inquiry*; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.

Partialkorrelation	r (p <)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>kein Scientific Inquiry</i>	.302 (.081)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Fragestellung</i>	.021 (.462)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Hypothese</i>	.518 (.006)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Untersuchung</i>	-.463 (.013)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Auswertung und Interpretation</i>	.551 (.003)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der Reflexion</i>	-.116 (.299)

Für die *Phase der Hypothese*, der *Untersuchung* und der *Phase der Auswertung und Interpretation* kann die Hypothese  $H_{4,1}$  [Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten der *Inquiry*-Phasen ( $r_s, \tau < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )] bestätigt werden.

Hypothese  $H_{4,2}$  – Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten offener Unterrichtsformen ( $r_s > \pm .5$ ;  $p \leq .05$ ).

Zur Überprüfung der Hypothese wurde die Partialkorrelationen zwischen den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und dem Auftreten der Offenheitsgrade der *Inquiry*-Phasen berechnet. Ein Zusammenhang zwischen den Schülervorstellungen und dem Offenheitsgrad des Lehrervortrags (negativer Zusammenhang) und des Unterrichtsgesprächs (positiver Zusammenhang) konnte festgestellt werden (Tab. 7.43).

**Tabelle 7.43:** Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *NoS* und *NoSI* mit den Offenheitsgraden; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.

Partialkorrelation	r (p <)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Offenheitsgrad (von der Lehrkraft vorgegeben)</i>	-.554 (.003)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Offenheitsgrad (von der Lehrkraft moderiert)</i>	.509 (.007)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Offenheitsgrad (SuS selbstständig)</i>	-.088 (.345)

So lässt sich konstatieren, dass die Hypothese  $H_{4,2}$  [Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich *Nature of Science* und *Nature*

*of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten offener Unterrichtsformen ( $r > \pm .5$ ;  $p \leq .05$ ) für den Offenheitsgrad von der Lehrkraft vorgegeben und von der Lehrkraft moderiert bestätigt werden konnte.

Hypothese  $H_{4,3}$  – Der Klassensummenscore hinsichtlich der Schülervorstellungen bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer expliziten Umsetzung der *Inquiry*-Phasen ( $r_s, \tau < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).

Ob die explizite Thematisierung der *Inquiry*-Phasen mit den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* zusammenhängt, wird im Folgenden vorgestellt (Tab. 7.44).

**Tabelle 7.44:** Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *NoS* und *NoSI* mit der expliziten bzw. impliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.

Partialkorrelation	r (p <)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Fragestellung explizit	.150 (.247)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Fragestellung implizit	-.328 (.063)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Hypothese explizit	.493 (.008)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Hypothese implizit	.202 (.178)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Untersuchung explizit	-.151 (.246)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Untersuchung implizit	-.418 (.023)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Auswertung und Interpretation explizit	.456 (.014)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Auswertung und Interpretation implizit	.139 (.264)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Reflexion explizit	.070 (.376)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Reflexion implizit	-.112 (.306)

Sowohl zwischen den Schülervorstellungen und der Phase der *Hypothese* sowie der der *Auswertung und Interpretation* besteht ein positiver Zusammenhang.

Somit konnte die Hypothese  $H_{4,3}$  [Der Klassensummenscore hinsichtlich der Schülervorstellungen bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer expliziten Umsetzung der *Inquiry*-Phasen ( $r_s, \tau < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )] teilweise bestätigt werden.

*Hypothese H<sub>4,4</sub> – Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich Nature of Science und Nature of Scientific Inquiry korreliert mit dem Auftreten einer metakognitiven Betrachtung des Inquiry-Prozesses ( $r_s$ ,  $\tau < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ ).*

Die metakognitive Betrachtung des Prozesses der Erkenntnisgewinnung spielt besonders für die Schülerinnen und Schüler eine große Rolle (Wirth et al., 2008). Daher ist es notwendig zu prüfen, ob ggf. die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* und die explizite metakognitive Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses in einem Zusammenhang stehen.

Tabelle 7.45 zeigt einen großen Zusammenhang zwischen den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler und der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses.

**Tabelle 7.45:** Korrelationsanalyse zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über *NoS* und *NoSI* mit der Phase der expliziten Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen Zusammenhang und signifikanten Unterschied.

Partialkorrelation	r (p <)
Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit Phase der Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses	-.905 (.00)

Die Hypothese H<sub>4,4</sub> [Der Klassensummenscore hinsichtlich der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* korreliert mit dem Auftreten einer metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses ( $r_s$ ,  $\tau < \pm .5$ ;  $p \geq .05$ )] kann somit bestätigt werden.

#### Zusammenfassung:

Es konnten Zusammenhänge zwischen den Schülervorstellungen zwischen der Phase der *Hypothese* (auch bei expliziter Thematisierung), der *Auswertung und Interpretation* (auch bei expliziter Thematisierung) sowie der *Untersuchung* gezeigt werden, wobei letzteres einen negativen Zusammenhang aufweist. Ein negativer Zusammenhang in Bezug auf die Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* zeigt sich ebenfalls allgemein bei den Phasen, in denen die Lehrkraft die jeweilige Phase vorgibt, während ein positiver Zusammenhang zum Unterrichtsgespräch ermittelt werden konnte. Abschließend machen die Ergebnisse einen negativen Zusammenhang zwischen den Schülervorstellungen und der Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses deutlich.

## 8 Interpretation und Diskussion

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen dieser Arbeit steht im Mittelpunkt die Analyse und Identifikation kulturspezifischer Handlungsmuster im Chemieunterricht in der 9. Jahrgangsstufe in Schweden sowie der 9. und 10. Jahrgangsstufe der Sekundarstufe I und der 11. und 12. Jahrgangsstufe der Sekundarstufe II in Deutschland. In Schweden wurden die Unterrichtsvideos in unterschiedlichen Grundschulen in verschiedenen Städten aufgenommen, während die deutsche Stichprobe ausschließlich aus Unterrichtsvideos von Berliner Gymnasien zusammengesetzt ist. Es wurden insgesamt 46 Unterrichtsvideos von Doppelstunden bzw. jeweils zwei Einzelstunden im Fach Chemie erhoben, sowie Lehrerinnen und Lehrer und Schülerinnen und Schüler zu unterschiedlichen Konzepten befragt.

In diesem Abschnitt erfolgt die Diskussion der zuvor dargestellten Ergebnisse. Hierbei werden zunächst die Entwicklung und der Einsatz der Instrumente (8.1) sowie die Untersuchung der Authentizität der gefilmten Unterrichtsstunden (8.2) und die Unterrichtszeit diskutiert (8.3). Weiterhin werden schrittweise die Fragestellungen zur kulturspezifischen Umsetzung von *Scientific Inquiry* (8.4), zur schulstufenspezifischen Umsetzung von *Scientific Inquiry* (8.5), zum Zusammenhang zwischen Lehrervorstellungen und der Unterrichtsqualität sowie der Umsetzung von *Scientific Inquiry* (8.6) und zum Zusammenhang zwischen der Umsetzung von *Scientific Inquiry* sowie der Unterrichtsqualität und den Schülervorstellungen (8.7) aufgegriffen. Am Ende befindet sich eine Methodendiskussion und Limitation (8.8), die neben kritischen Anmerkungen auch einschränkende Aspekte aufgreift.

### 8.1 Diskussion der Instrumente

Die Qualität der Studie ist abhängig von der Sauberkeit der Untersuchungsinstrumente, weshalb bei der Erstellung der Instrumente besonders auf die Gütekriterien geachtet wurde.

#### 8.1.1 Kodiermanual für das Konstrukt *Scientific Inquiry*

Das Videokodiermanual stellt das zentrale Instrument für die Videoanalyse in dieser Studie dar und ist mit letztendlich 16 Variablen ein sehr umfangreiches, da sich hinter den Variablen weitere Kategorien und *Modifier* finden lassen. Allerdings wurden einige Variablen selten oder gar nicht kodiert. Letztere konnten nicht in die Auswertung einbezogen werden. Besonders die Variablen, die den *Inquiry*-Prozess hinsichtlich der Auswertung und Interpretation (Generalisierung und Verallgemeinerung) sowie der Reflexion betrachten, wurden selten beobachtet. Auch die Variable *Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten* konnte nur einmal während der Doppelkodierung benannt werden. Einige Forschende machen aber deutlich, dass die Erklärung von Zusammenhängen einen Teil von *Scientific Inquiry* darstellt (Lunetta, 1998). Auch die Generalisierung von Ergebnissen aus naturwissenschaftlichen Untersuchungen spielt eine wichtige Rolle (Capps & Crawford, 2013; Chinn & Malhotra, 2002; Lunetta,



1998; NRC, 2002; NRC, 2012; White & Frederiksen, 1998) wie auch die Reflexion (NRC, 2002; NRC, 2012; Schreiber et al., 2009; White & Frederiksen, 1998). In den Videos für die Doppelkodierung konnte die Variable *Identifizierung relevanter Variablen* nicht ein einziges Mal beobachtet werden. Trotzdem steht diese Variable im Mittelpunkt experimentellen Handelns (Barzel et al., 2012; Mayer, 2004a; Schreiber et al., 2009). Generell spielt aber diese Variable auch bei der Kodierung der Unterrichtsvideos eine untergeordnete Rolle. Schon das zeigt, dass ein wichtiger Aspekt – die der Variablenkontrolle – kaum im Chemieunterricht der videografierten Klassen integriert wird. Ein problematischer Umgang mit der Variablenkontrolle wurde bereits von vielen Autorinnen und Autoren konstatiert (Hamann et al., 2006; Kuhn et al., 1992; Schauble et al., 1991; Schroedter & Körner, 2013; Shute & Glaser, 1990; Tschirigi, 1980).

### 8.1.2 Videofragebogen

Hinsichtlich des Videofragebogens zur Authentizität des gefilmten Chemieunterrichts konnten post-hoc zwei Skalen identifiziert werden. Eine Skala, die die Gleichheit bzw. die Ähnlichkeit zum herkömmlichen Chemieunterricht beschreibt und eine Skala zur Schülerwahrnehmung. Die Itemkennwerte zeigen für zwei bzw. drei der eingesetzten Items, dass es sich bei dem Videofragebogen um ein geeignetes Instrument zur Analyse der Authentizität von Unterricht handelt und somit in Videostudien eingesetzt werden kann.

Das Ratinginstrument zur Erfassung der *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* (Schulz, 2011) weist ursprünglich 16 Skalen mit bis zu sieben Items auf. Die Testrevision ergab, dass zum einen die Anzahl und Ausprägung der einzelnen Skalen nicht reproduziert werden konnten und zum anderen wurden aus den insgesamt 66 Items lediglich zehn Items als für alle drei Stichprobengruppen verwendbar identifiziert. Limitierend für die Qualität des Instruments sind die berechneten Itemschwierigkeiten, die in vielen Fällen einen Deckeneffekt aufweisen. Es lässt sich diskutieren, ob die vierstufige Skala des Ratingsystems durch eine weitere Spanne an Ausprägungen modifiziert werden sollte, wodurch sich die extrem hohen Messwerte vergrößern ließen (Bortz & Döring, 2006).

### 8.1.3 Fragebogen zu Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*

Das Instrument zur Analyse der Vorstellungen der Lehrkräfte sowie der Schülervorstellungen zu den Konstrukten *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* bestand ursprünglich aus elf Skalen und insgesamt 51 Items. Um die Stichprobengruppen miteinander vergleichen zu können, wurde eine Skala gebildet, die beide oben genannte Konstrukte in sich vereint. Wie auch in anderen Instrumenten, konnten die Skalen über die drei Stichproben hinweg nicht reproduziert werden.

Ein problematischer Aspekt der Erhebung der Lehrervorstellungen war die Rücklaufquote. Während zwei Drittel der schwedischen Lehrkräfte den Fragebogen zu ihren Vorstellungen

ausgefüllt haben, haben lediglich ein Drittel der Lehrenden der Sekundarstufe I und die Hälfte der Lehrenden der Sekundarstufe II den Fragebogen ausgefüllt. Allerdings konnte gezeigt werden, dass die Lehrkräfte recht gleich geantwortet haben (Tab. 6.27 und 6.37). Allerdings wären die Korrelationsanalysen durch eine größere Stichprobe aussagekräftiger.

Trotz der guten Werte der Trennschärfen weisen auch hier einige Items hohe Itemmittelwerte auf. Dies ist vor allem in der Stichprobe der Sekundarstufe II zu finden. Dieser Deckeneffekt zeigt, dass einige Items für Schülerinnen und Schüler der 11. und 12. Jahrgangsstufe zu leicht sind, was auch für die Untersuchungsgruppe der Lehrkräfte gilt. Es ist fraglich, ob trotz dieser Deckeneffekte die Aussagen, die durch die Ergebnisse des besagten Instruments zum Konzept *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* getroffen werden, valide sind. Dabei ist bedeutend, ob der Testinhalt mit dem Konstrukt, das untersucht werden soll, zusammenhängt. So besteht der Testinhalt aus den jeweiligen Kontexten, der Wortwahl sowie dem gewählten Format. Weitere Quellen der Validität stellen die Auswertung der Antworten, die Auswertungsergebnisse sowie der Zusammenhang mit anderen Variablen dar (AERA, APA & NCME, 2014).

Zum Kontext kann gesagt werden, dass dieser aus der Literatur heraus erarbeitet wurde und somit für die Interpretation als unproblematisch angesehen werden kann. Dies gilt auch für das Format, das eine endpunktbenannte 4-Punkt-Likert-Skala darstellt. Da bei der Auswertung der Antworten auf eine Dichotomisierung verzichtet wurde, konnten alle Informationen in die Auswertung einbezogen werden (Bühner, 2006). Die Auswertungsergebnisse zeigen aufgrund der Trennschärfe, dass die ausgewählten Items testtheoretisch zusammenhängen. Auch die Analyse von Zusammenhängen des Konzepts über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* mit anderen Variablen zeigt, dass mittels des verwendeten Instruments valide interpretiert werden kann. So wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Vorstellungen der Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I und II berechnet. Zweifelhaft ist allerdings der Aspekt der Wortwahl. So können möglicherweise verwendete Signalwörter bestimmte Antwortentscheidungen provozieren bzw. die Befragten sozial erwünscht antworten lassen (AERA et al., 2014). In den zuvor durchgeführten Vorstudien (Abschnitt 5.2.3) wurde das Instrument allerdings nicht von diesen Items bereinigt.

Weiterhin ist ein generelles Problem bei der Konstruktion von Items zu *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*, das Testformat in Form einer Bewertung von bestimmten Aussagen. Andere Testformate wie beispielsweise *Forced-Choice*-Formate oder offene Formate würden vermutlich die Validität der Interpretation verbessern (Bartram, 2007). Bei der Testkonstruktion bzw. der Auswertung der Antworten könnte eine zusätzliche Durchführung von Interviews oder der Methode des *Lauten Denkens* zu einer weiteren Verbesserung führen (Fonteyn, Kuipers & Grobe, 1993).

Der vermutlich durch die Wortwahl entstandene Deckeneffekt bei der Befragung der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II und der Lehrkräften muss also in der anstehenden Diskussion Erwähnung finden, wobei jedoch viele Aspekte der Validität für eine gültige Interpretation der Befragung sprechen. Zudem basierte die Entscheidung für das Testformat auf

Überlegungen, wie sie auch in Stecher und Klein (1997) angestellt werden. So muss bei groß angelegten Studien (hier  $N = 1175$ ) sorgfältig abgewogen werden, ob der Einsatz eines Testformates auch testökonomisch sinnvoll ist. Da die diskutierten Methoden hier den Likert-Skalen deutlich unterlegen sind, fiel die Entscheidung auf die eingesetzten 4-Punkt-Likert-skalierten endpunktbenannten Items.

### 8.2 Diskussion zur Authentizität des Unterrichts

Es zeigt sich, dass die befragten Schülerinnen und Schüler der deutschen Sekundarstufe I den gefilmten Chemieunterricht als interessanter, motivierender sowie variierender wahrnahmen. Auch der Vergleich der Authentizität des gefilmten Chemieunterrichts zwischen der Sekundarstufe I und II weist einen Unterschied bezüglich der Schülerwahrnehmungen auf. Die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II empfanden den gefilmten Chemieunterricht im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsstunden als *normaler*. Dies lässt den Schluss zu, dass die analysierten Unterrichtssituationen vor allem durch die Lehrkräfte der Sekundarstufe I zum Teil nicht den sonst üblichen, sondern einen etwas verzerrten – eventuell für die Schülerinnen und Schüler als *besser* wahrgenommenen – Chemieunterricht zeigten. Da Handlungsmuster und in ihnen verortete subjektive Theorien und Unterrichtsskripts unbewusst vorliegen, lassen sich diese dennoch identifizieren (Blömeke et al., 2003). Weiterhin treten Handlungsmuster innerhalb einer Unterrichtskultur kollektiv und gesellschaftlich geprägt auf (Ehlich & Rehbein, 1977). Daher können Handlungsmuster über die Umsetzung von *Scientific Inquiry* sichtbar gemacht werden. Hinsichtlich der Merkmale von Unterrichtsqualität könnten allerdings andere Unterrichtsformen auftreten, die es im Folgenden zu berücksichtigen gilt.

### 8.3 Unterrichtszeit

Ein weiterer Aspekt, der vor der Diskussion der Ergebnisse Beachtung finden muss, ist die Unterrichtszeit der gefilmten Chemiestunden. Der Gruppenvergleich zwischen Schweden und der Sekundarstufe I zeigt zum einen, dass die Unterrichtszeiten normalverteilt sind (Tab. 6.4). Dieser zeigt, dass sich die beiden Länder hinsichtlich der Länge der Unterrichtsstunden signifikant unterscheiden. Während über die Hälfte der Lehrkräfte der Sekundarstufe I die 90 Minuten für den Unterricht aufbringen, führen über die Hälfte der schwedischen Lehrkräfte Chemieunterricht von bis zu 53 Minuten durch. Die Mittelwerte bzw. die Standardabweichungen der beiden Stichprobengruppen zeigen allerdings, dass die Unterrichtszeiten in Klassen der Sekundarstufe I stärker variieren. Dies liegt daran, dass von einigen Lehrkräften lediglich Einzelstunden gefilmt werden konnten, was zu einer höheren Varianz der Unterrichtszeit führt. Dennoch ist die Länge der Unterrichtsstunden in Schweden deutlich niedriger. Hinsichtlich der Darstellung der Ergebnisse war es daher angebrachter die Längen der *Inquiry*-Phasen in durchschnittlichen prozentualen Anteilen anzugeben als in durchschnittlichen Zeitangaben, wie es in Studien mit ähnlichen Unterrichtszeiten üblich ist (Reyer, 2004; Seidel, 2003).

Zu diesem Ergebnis der unterschiedlich langen Unterrichtszeiten kommt auch eine Videostudie in den Ländern USA und Deutschland hinsichtlich des naturwissenschaftlichen Unterrichts. So ist die Unterrichtslänge der US-amerikanischen videografierten Klassen wesentlich kürzer als in Deutschland (Forbes et al., 2014). In Bezug auf die Identifizierung der Handlungsmuster ist dies recht unproblematisch, da keine Verzerrung der Unterrichtssituation stattfindet, sondern authentischer Chemieunterricht aufgezeichnet wird. Bei der Interpretation muss allerdings die kürzere bzw. längere Unterrichtszeit berücksichtigt werden, stellt sich doch die Frage, ob bestimmte *Inquiry*-Phasen bei kurzer Unterrichtszeit bevorzugt umgesetzt werden und ob man dann noch die Unterrichtsstunden vergleichen kann.

Der Vergleich der Unterrichtszeit zwischen der Sekundarstufe I und II zeigt ebenfalls einen signifikanten Unterschied. Dabei fällt auf, dass die Unterrichtszeit in der Sekundarstufe II sehr wenig zwischen den Klassen variiert. Das liegt daran, dass Grund- und Leistungskursen meist Doppelstunden zur Verfügung stehen und somit in dieser Studie in der Sekundarstufe II ausschließlich 90-minütige Unterrichtsstunden gefilmt werden konnten.

### 8.4 Kulturspezifische Umsetzung von *Scientific Inquiry*

In diesem Abschnitt wird dazu der Vergleich des Chemieunterrichts zwischen den Schülerinnen und Schülern der 9. und 10. Jahrgangsstufe an Berliner Gymnasien und den Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe von schwedischen Grundschulen diskutiert. Grundlage des Vergleichs ist die Identifizierung von kulturspezifischen Handlungsmustern, die im Allgemeinen durch die Betrachtung von Oberflächenmerkmalen erfolgt. Die Analyse der übergeordneten Phasen von *Scientific Inquiry* zeigt, dass sich die schwedischen Unterrichtsvideos und die der Sekundarstufe I innerhalb der Phase der *Untersuchung* und der *Auswertung und Interpretation* unterscheiden. Weiterhin konnte die Analyse der *Inquiry*-Phasen zeigen, dass die Lehrkräfte der schwedischen Stichprobe wesentlich weniger Variation hinsichtlich der Umsetzung naturwissenschaftlicher Untersuchungen aufweisen als die der Sekundarstufe I. So fokussierten die schwedischen Lehrkräfte hinsichtlich des *Inquiry*-Prozesses meist auf die Durchführung und zu einem geringen Anteil auf die Auswertung naturwissenschaftlicher Untersuchungen. Dieses Handlungsmuster konnte in den meisten untersuchten Ländern der TIMS-Videostudie 1999 beobachtet werden – mit der Ausnahme von Japan, wo die Phase der Hypothese mit über 20 % eine wichtige Rolle spielt (Roth et al., 2006). Andere Untersuchungen bestätigen ebenfalls, dass ein ganzheitlicher Ansatz von *Scientific Inquiry* sehr selten im Unterricht umgesetzt wird (Capps & Crawford, 2013).

Sowohl für die Phase der *Hypothese* als auch für Unterrichtsphasen, in denen kein *Scientific Inquiry* stattfinden, zeigen die parametrischen Signifikanztests Unterschiede zwischen den Stichproben. Die Phase der *Fragestellung* spielt in beiden Stichproben eine untergeordnete Rolle, trotz ihrer Bedeutung im *Inquiry*-Prozess. Bei der Formulierung von Fragestellungen wird vermehrt Wissen über *Nature of Science* und *Scientific Inquiry* benötigt, so Grube (2010). Wenn dieses Wissen sowohl auf Lehrer- als auch auf Schülerebene nicht ausgebildet

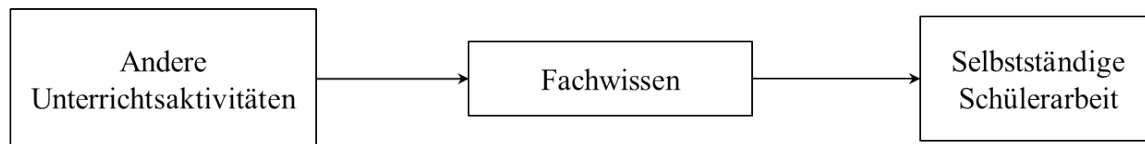
ist, kann auch keine Formulierung von Fragestellungen erwartet werden. Darüber hinaus zeigt eine andere Studie, dass auch im Physikunterricht der Schwerpunkt des Experimentierens weniger auf der Vorbereitung von Untersuchungen sondern mehr auf der Nachbereitung liegt. Ziel ist dabei meist die Vermittlung von Fachwissen (Tesch, 2005). Auch in der fünf Länder vergleichenden TIMS-Videostudie 1999 konnte nur in der australischen Stichprobe die Einbindung der Phase der Fragestellung beobachtet werden – der Anteil war jedoch vergleichsweise sehr klein (Roth et al., 2006).

Der Länderunterschied in Bezug auf die Variable *kein Scientific Inquiry* spiegelt sich in den Ergebnissen zu der Variablen *andere Unterrichtsaktivitäten* wider. Obwohl es vor der Erhebung der Unterrichtsstunden die Aufforderung an die Lehrkräfte gab, dass eine naturwissenschaftliche Untersuchung umgesetzt werden sollte, wurde in den Unterrichtsstunden der Sekundarstufe I ein hoher Anteil an chemischem Fachwissen beobachtet. Generell konnte bereits in vielen Studien gezeigt werden, dass Fachwissen und Erkenntnisgewinnung unterschiedliche Kompetenzen darstellen (Klos et al., 2008; Pant, Stanat, Schroeders, Roppelt, Siegle & Pöhlmann, 2013). Jedoch spielt das chemische Fachwissen in vielen der gefilmten Unterrichtsstunden der Sekundarstufe I eine bedeutende Rolle. Der Median von .37 % und der Mittelwert von 21.27 % der Kategorie *Fachwissen* (Tab. 6.13) zeigt einen erheblichen Anteil an Ausreißern an. Dies macht deutlich, dass zwar über 50 % der Lehrkräfte naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, aber einige Lehrkräfte auch einen hohen Anteil an Fachwissen im Unterricht umsetzen. Dies erfolgt meist in separaten Blöcken, in denen die Schülerinnen und Schüler zum Sachverhalt der Untersuchung Fachwissen aufbauen sollen – im Vergleich zu Schweden meist in Form selbstständiger Schülerarbeit (Tab. 6.25). Die schwedischen Lehrkräfte aktivieren in Phasen anderer Unterrichtsaktivitäten eher das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der naturwissenschaftlichen Untersuchung. In Schweden scheinen die Umsetzung von Untersuchungen und die Vermittlung von Fachwissen in getrennten Stunden abzulaufen. Im Folgenden werden die Schwerpunkte im Hinblick auf die Umsetzung *anderer Unterrichtsaktivitäten* der Sekundarstufe I im Vergleich zur schwedischen Stichprobe dargestellt (Abb. 8.1). Zum Verständnis folgender Abbildungen, die Handlungsmuster innerhalb des Chemieunterrichts der Stichproben aufzeigen, wird Abbildung 8.1 detailliert erläutert: Die abgebildeten Bereiche stellen Ebenen der Kodierung dar. So zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichproben in Bezug auf die Variable *andere Unterrichtsaktivitäten*, wobei die Gruppe der Sekundarstufe I einen höheren Anteil aufweist. Betrachtet man die Kodierung eine Ebene konkreter, so findet sich innerhalb der Phase anderer Unterrichtsaktivitäten ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichproben im Bereich des Fachwissens (die Sekundarstufe I hat hier ebenfalls einen höheren Anteil). Eine weitere Ebene tiefer zeigt sich, dass das Fachwissen in der Sekundarstufe I signifikant häufiger in Form der selbstständigen Schülerarbeit umgesetzt wird. Es zeigt sich in der Sekundarstufe I also folgendes Handlungsmuster: In Chemiestunden, die auf den Bereich *Scientific Inquiry* fokussieren, finden auch Phasen mit anderen Unterrichtsaktivitäten statt (kein

*Scientific Inquiry*), in denen vorrangig das Fachwissen in Form der selbstständigen Schülerarbeit bearbeitet wird.

allgemein

konkret



**Abbildung 8.1:** Kulturspezifisches Handlungsmuster der Phase *andere Unterrichtsaktivitäten* in der Sekundarstufe I.

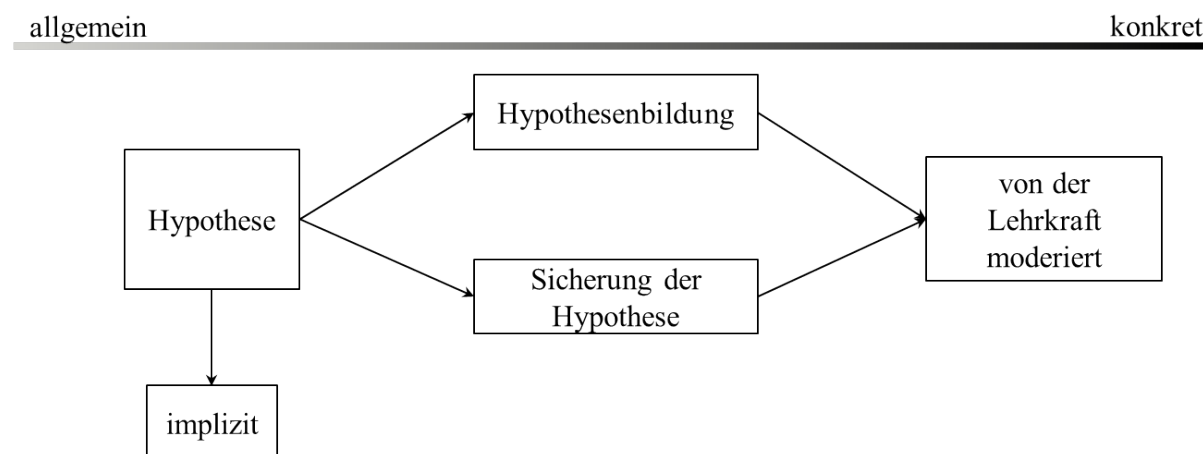
Hinsichtlich der Hypothesenbildung konnten bei detaillierter Betrachtung (Tab. 7.6) mittels nicht-parametrischer Berechnungen signifikante Unterschiede zwischen der Sekundarstufe I und Schweden identifiziert werden. Hypothesen werden in der ausdifferenzierten Analyse in der Sekundarstufe I häufiger gebildet als in der schwedischen Stichprobe. Das Bilden von Hypothesen, das Testen dieser und das Bewerten von Evidenzen sind Kernkomponenten des SDDS-Modells (Klahr & Dunbar, 1988) und stellen die Grundlage für viele Studien im Bereich *Inquiry* dar. Auch andere theoretische Modelle zur Erkenntnisgewinnung oder zum experimentellen Arbeiten machen die Bedeutung der Hypothese als Voraussetzung zur Durchführung einer Untersuchung deutlich (Chinn & Malhotra, 2002; Hammann, et al., 2008; Klahr, 2000; Klos et al., 2008; Kipnis & Hofstein, 2008; Lunetta, 1998; Maiseyenka et al., 2011; NRC, 2002; Schreiber et al., 2009; Schulz, 2011; Walpuski, 2006; White & Frederiksen, 1998; Grube, 2011). Die Bedeutung der Bildung und Testung von Hypothesen nimmt jedoch in dieser Studie in der Sekundarstufe I und noch mehr in Schweden eine eher unbedeutende Rolle ein. Es kann also davon ausgegangen werden, dass naturwissenschaftliche Untersuchungen oft ohne vorangegangene Hypothesen durchgeführt werden. Dies wird auch durch die signifikant häufigere implizite Umsetzung der Hypothesenbildung in der Sekundarstufe I deutlich. Zuvor durchgeführte Studien werden somit bestätigt (z.B. Hammann, 2004). Allerdings werden die Defizite meist auf Schülerebene gesucht, obwohl ein Grund für den geringen Anteil der Hypothesenphase ein fehlendes Wissen über die Bedeutung und die Begriffe der Hypothesenbildung auch auf Seiten der Lehrkräfte sein könnte (Sodian et al., 1991). Ein daraus resultierendes Problem ist ein geringes Verständnis hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen einem Problem und der naturwissenschaftlichen Untersuchung (Di Fuccia, 2007).

Darüber hinaus werden Hypothesen in der Sekundarstufe I meist im Unterrichtsgespräch gebildet (Tab. 7.19) – nicht durch die Schülerinnen und Schüler in selbstständiger Schülerarbeit. Die Dominanz des Unterrichtsgespräch, das generell eine bedeutende Rolle im deutschen naturwissenschaftlichen Unterricht spielt (Björkman & Tiemann, 2013; Dalehefte et al., 2009; Puhlmann & Tiemann, 2009; Seidel, 2003; Seidel & Prenzel, 2004; Seidel et al., 2006a;

Yahya & Bader, 2008), steht im Gegensatz zu dem in Schweden oft vorkommenden Lehrervortrag. Auch in anderen Ländern wie der Schweiz, Finnland und Norwegen konnte festgestellt werden, dass der Lehrervortrag einen großen Anteil einnimmt (Dalehefte et al., 2009; Klette, 2009; Lavonen et al., 2003).

Auch die Sicherung der Hypothese wird in der Sekundarstufe I wenig, aber häufiger als in Schweden umgesetzt und das meist im Unterrichtsgespräch. Die Sicherung spielt innerhalb des *Inquiry*-Prozesses hauptsächlich in der Ergebnissicherung eine Rolle (Haag et al., 2000; NRC, 2000). Die explizite Sicherung anderer Phasen wird selten thematisiert.

Zusammenfassend können die signifikanten Unterschiede der Phase der *Hypothese* in der Sekundarstufe I im Vergleich zur schwedischen Stichprobe folgendermaßen dargestellt werden (Abb. 8.2). Somit wird in der Sekundarstufe I im Vergleich zur schwedischen Stichprobe häufiger die Phase der Hypothese umgesetzt, das meist auf implizitem Wege. Dabei spielt sowohl das Bilden von Hypothesen als auch deren Sichern in Form des Unterrichtsgesprächs signifikant häufiger eine Rolle.



**Abbildung 8.2:** Kulturspezifisches Handlungsmuster der *Phase der Hypothese* in der Sekundarstufe I.

Die Phase der Untersuchung, die in Schweden meist explizit umgesetzt wird (Tab. 7.16), kann weiter unterteilt werden, wobei einen Aspekt die Planung einer naturwissenschaftlichen Untersuchung darstellt (Tab. 7.7). Hier unterscheiden sich die beiden Stichprobengruppen im Bereich der Vorstellung des Untersuchungsplans. In Schweden wird bei Betrachtung der Offenheitsgrade der Untersuchungsplan meist von der Lehrkraft vorgegeben (Tab. 7.20). Eine Erklärung für die lehrerzentrierte Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen könnte der hohe Automatisierungsgrad dieses Handlungsmusters sein. So planen die Schülerinnen und Schüler vermutlich selten selbstständig Untersuchungen, stattdessen erhalten sie meist enggeführte Instruktionen zur Durchführung der Untersuchungen. Die Sicherung der Planung wird in den schwedischen Klassenzimmern häufiger von der Lehrkraft vorgegeben als in der Sekundarstufe I wie auch die Organisation der Untersuchung. Diese Ergebnisse zeigen eine dominante Lehrerzentriertheit hinsichtlich der Planung von Untersuchungen innerhalb der

schwedischen Stichprobe. Dabei erklären die schwedischen Lehrkräfte ihren Schülerinnen und Schüler sehr detailliert, wie sie bei dem durchzuführenden Versuch vorgehen müssen, wo sie die entsprechenden Chemikalien und Geräte finden und wie sie diese einzusetzen haben. Eine Offenheit ist dabei nicht gegeben. Diese Erkenntnisse spiegeln die Ansichten vorheriger Studien wieder. In deutschen Klassenzimmer wird ebenfalls stets kritisiert, dass das Experimentieren oft durch ein kochbuchartiges Abarbeiten von vorgegeben Experimentiervorgaben charakterisiert ist (Melle et al., 2004). In der PISA-Studie konnte durch Schülerbefragungen festgestellt werden, dass über die Hälfte der durchgeführten Untersuchungen von der Lehrkraft vorgegeben ist (Kobarg et al., 2011). In der vorliegenden Untersuchung konnte allerdings gezeigt werden, dass das Handlungsmuster der Durchführung vorgegebener Versuche in Schweden verbreiteter ist.

Die Analyse der Phase des Auf- und Abbaus zeigt, dass schwedische Schülerinnen und Schüler die durchzuführenden Untersuchungen organisatorisch signifikant länger vorbereiten und aufbauen. Und auch der Abbau von Versuchen nimmt in den schwedischen Unterrichtsvideos mehr Zeit in Anspruch (Tab. 7.8). Eine Rolle dabei könnten komplexere Versuchsaufbauten spielen, was bei genauer Betrachtung der Unterrichtsvideos allerdings nicht bestätigt werden kann, aber eine durchaus interessante weiterführende Fragestellung darstellen würde.

Die praktische Durchführung (ohne Protokollierung) findet in Schweden in Form selbstständiger Schülerarbeit häufiger statt als in der Sekundarstufe I (Tab. 7.21).

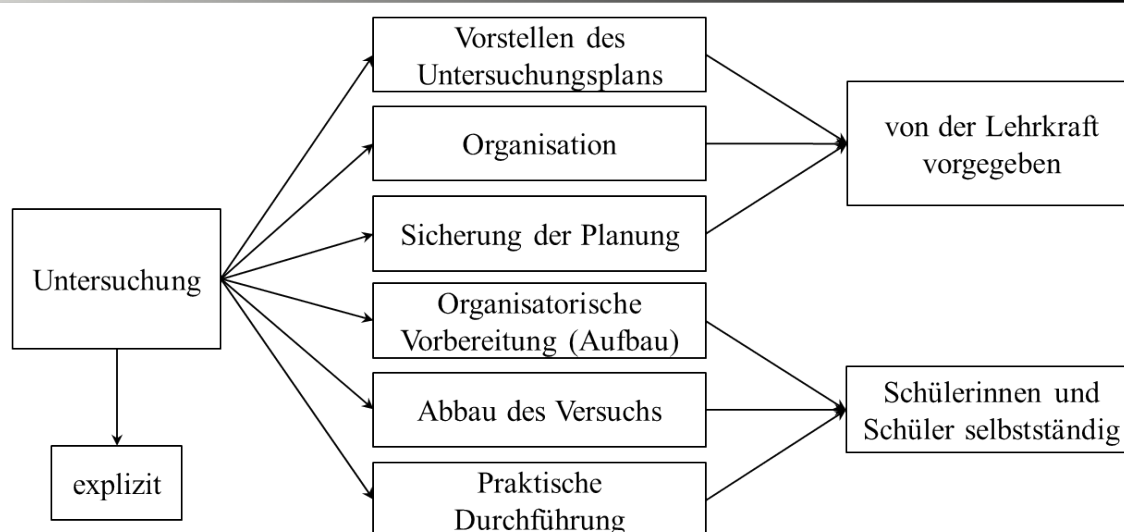
Die schwedischen Lehrkräfte stellen den Schülerinnen und Schülern in Folge dieser Erkenntnisse viel Zeit sowohl für den organisatorischen Aufbau als auch für die Durchführung von Versuchen zur Verfügung. Hinweise auf ein Handlungsmuster mit einer langandauernden Schülerarbeitsphase konnten auch andere schwedische Studien bestätigen. Die Lehrenden gaben dabei an, dass sie sich im Hinblick auf die Umsetzung ihres Chemieunterrichts auf ihre eigene Ausbildung oder Erfahrungen anderer Lehrkräfte beziehen (Hellberg & Häggmark, 2007; Tullberg, 1998). Möglichkeiten zur Erklärung könnten sein, dass einerseits die Lehrkräfte wissen, dass die Schülerinnen und Schüler nicht schneller arbeiten können oder sie ihnen Zeit geben wollen, um den jeweiligen Versuch ausgiebig durchzuführen.

Das schwedische Handlungsmuster zur Untersuchung kann auf folgende Weise zusammengefasst werden (Abb. 8.3).



allgemein

konkret



**Abbildung 8.3:** Kulturspezifisches Handlungsmuster der *Phase der Untersuchung* in Schweden.

Eine Fokussierung auf die Planung und Durchführung von Untersuchungen, wie es in den videografierten schwedischen Unterrichtsvideos der Fall war, deutet auf eine eher *hands-on* orientierte Umsetzung von *Scientific Inquiry* hin. Dabei stehen das Durchlaufen der *Inquiry*-Phasen auf eher mechanischer Ebene im Vordergrund (Hammann et al., 2008). Um allerdings Erkenntnisgewinnungskompetenzen nachhaltig zu fördern, bedarf es darüber hinaus *minds-on* Aktivitäten, die alle *Inquiry*-Phasen auch auf metakognitivem Niveau berücksichtigen (Hofstein & Lunetta, 2004). Darüber hinaus zeigen Metaanalysen, dass sich die Vermittlung metakognitiver Strategien positiv auf die Lernerfolge von Schülerinnen und Schüler auswirken (Hattie, 2009). Daher ist es so bedeutend, die Handlungen im Unterricht wiederholt zu reflektieren.

Die Anteile der Auswertungs- und Interpretationsphase unterscheiden sich ebenfalls signifikant zwischen den beiden Stichprobengruppen. So setzen die Lehrkräfte der Sekundarstufe I die Auswertungs- und Interpretationsphase deutlich häufiger bzw. länger um als die schwedischen Kolleginnen und Kollegen. Auf der Ebene der Sekundarstufe I bestätigt dieses Ergebnis die Erkenntnisse in der PISA-Studie 2006. Die Schülerinnen und Schüler gaben an, dass zu zwei Dritteln Schlussfolgerungen hinsichtlich durchgeführter Experimente erfolgen (Kobarg et al., 2011). So kann also festgehalten werden, dass in den Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I deutlich länger auf die Phase der Auswertung und Interpretation fokussiert wird als in den Schwedischen Unterrichtsvideos. Eine Auswertung bzw. Interpretation der Daten fand jedoch mit einer Ausnahme in allen schwedischen Unterrichtsvideos statt. Dies spiegelt ebenfalls die Ergebnisse der bereits erwähnten PISA-Studie wider (ebd., 2011). Charakterisiert werden kann aber diese Art der Auswertung eher durch kurzes Abgleichen oder Zusammenfassen der Ergebnisse. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Daten der Untersuchung wurde in den schwedischen Unterrichtsvideos selten beobachtet. Dabei konnte gezeigt wer-

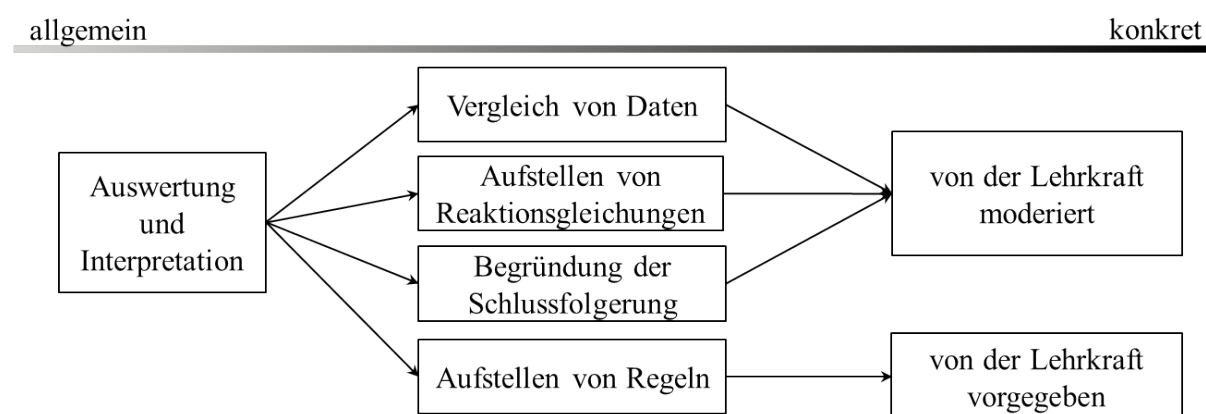
den, dass zwischen der Auswertung verbunden mit einer schülerzentrierten Auseinandersetzung mit den Untersuchungsergebnissen und dem Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler ein positiver Zusammenhang besteht (Schulz, 2011).

Näher betrachtet, vergleichen die Klassen der Sekundarstufe I die erhobenen Daten häufiger und stellen auch häufiger Reaktionsgleichungen auf in der schwedischen Stichprobe. Eine Begründung hierfür findet sich in den curricularen Grundlagen des schwedischen Chemieunterrichts. Hier sind komplexere Reaktionsgleichungen für die Chemiekurse des Gymnasiums vorgesehen (Skolverket, 2014). In der Grundschule werden lediglich einfache Reaktionsgleichungen thematisiert (Skolverket, 2010). Weiterhin erfolgt die Begründung einer Schlussfolgerung ebenfalls öfter in der Sekundarstufe I als in der schwedischen Stichprobe.

Die Kategorien *Vergleich von Daten*, *Aufstellen von Reaktionsgleichungen* und *Begründung der Schlussfolgerung* wurden in der Sekundarstufe I signifikant häufiger gemeinsam mit dem *Modifier von der Lehrkraft moderiert* kodiert. Hier wird erneut die Dominanz des Unterrichtsgesprächs deutlich. Das Aufstellen von Regeln im Zuge der Generalisierung findet ebenfalls weniger in den schwedischen Unterrichtsvideos als in denen der Sekundarstufe I statt. Diese werden in der Sekundarstufe I meist durch die Lehrkraft vorgegeben – signifikant häufiger als in Schweden.

Hier werden kulturspezifische Handlungsmuster eindeutig sichtbar. In der Sekundarstufe I spielt die Auswertung und Interpretation von Untersuchungen eine wesentlich größere Rolle als in Schweden, wo die Untersuchung selbst im Mittelpunkt steht. Dass der Fokus naturwissenschaftlichen Unterrichts bei Experimenten und Versuchen auf der Durchführung und Auswertung liegt, zeigen bereits viele vorherige Studien (Börlin, 2012; Kobarg et al., 2011; Roth et al., 2006; Schulz, 2011).

Zusammenfassend kann das Handlungsmuster der Sekundarstufe I im Vergleich zu Schweden hinsichtlich der Auswertung und Interpretation folgendermaßen dargestellt werden (Abb. 8.4).



**Abbildung 8.4:** Kulturspezifisches Handlungsmuster der *Phase der Auswertung und Interpretation* in der Sekundarstufe I.

Die Handlungsmuster der Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe I aufgrund der größeren Anteile innerhalb der Phasen der *Hypothese* (eher implizit) sowie der *Auswertung und Inter-*

*pretation* weisen auf eine Fokussierung auf *hands-on* Aktivitäten hin. Dies führt allerdings nicht zwangsläufig zu einer Förderung von Erkenntnisgewinnungskompetenzen (Hammann et al., 2006; Hofstein & Lunetta, 2004).

Die Phase der Reflexion spielt im Chemieunterricht in beiden Stichprobengruppen eine untergeordnete Rolle, trotz der Bedeutung innerhalb des *Inquiry*-Prozesses (Chinn & Malhotra, 2002; Lunetta, 1998; NRC, 2002; NRC, 2012; Schreiber et al., 2009; White & Frederiksen, 1998). Dies konnte in beziehenden Studien beobachtet werden (Hellberg & Häggmark, 2007; Tullberg, 1998). Werden hingegen Experimente und Versuche reflektiert betrachtet, kann eine Wissensvermittlung auch über den Prozess der Erkenntnisgewinnung erfolgen (Carey et al., 1989; Driver et al., 1996; McNeill et al., 2006).

Einen Teil metakognitiver Betrachtung stellt die explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses dar. Diese wird generell in beiden Stichprobengruppen selten umgesetzt. Dennoch thematisieren die schwedischen Lehrkräfte diesen Aspekt von Metakognition signifikant häufiger als die Lehrkräfte der Sekundarstufe I. Das stets geringe Vorkommen konkreter Metakognition konnten schon andere Studien zuvor feststellen, die vorliegende Arbeit kann das somit bestätigen (Capps & Crawford, 2013; Dalehefte et al., 2009; Roth & Bowen, 1995; Seidel & Prenzel, 2004; Stigler et al., 1999). Darüber hinaus führt vor allem eine explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses zur Veränderung naiver Vorstellungen von *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* (z.B. Akerson & Buzzelli, 2007; Bell et al., 2011; Hanuscin et al., 2011; Lederman, 2007; Schwartz et al., 2010). Der kleine Anteil der expliziten Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses stellt somit zum einen ein generell weitverbreitetes Muster unterrichtlichen Handelns dar, wobei zum anderen die Thematisierung in Schweden häufiger erfolgt. Das spricht dort für eine Umsetzung von *Scientific Inquiry* nicht nur auf der *hands-on*-, sondern auch auf der *minds-on*-Ebene. Eine Erklärung dafür könnte in dem Bewusstsein der Lehrkräfte zu finden sein, dass deren Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf die bewusste Auseinandersetzung mit dem *Inquiry*-Prozess noch Nachholbedarf aufweisen.

Insgesamt wird deutlich, dass die Lehrkräfte der Sekundarstufe I die Anteile der *Inquiry*-Phasen häufiger variieren als die schwedischen Lehrkräfte, die einen klaren Fokus auf die *Phase der Untersuchung* legen. Eine Erklärungsmöglichkeit ist, dass die deutschen Lehrkräfte der Sekundarstufe I bei der Umsetzung erkenntnisorientierten Chemieunterrichts durch die Einforderung kompetenzorientierter Schülerleistungen auch vermehrt die Phasen der *Hypothese* sowie die der *Auswertung und Interpretation* thematisieren. Schweden hat hinsichtlich dieses Paradigmas – trotz gleicher Forderung (Skolverket 2011; 2014) – Nachholbedarf.

In dieser Arbeit wurden zwei weitere Möglichkeiten zur Identifizierung kulturspezifischer Handlungsmuster vorgestellt. Eine davon ist die probabilistische Methode der Untersuchung der Stichproben auf latente Profile hin. In Bezug auf die Sekundarstufe I und Schweden konnte durch Betrachtung ausgewählter *model fits* zwei latente Profile identifiziert werden (Tab. 7.14). Auch die anschließende Analyse der Profile im Hinblick auf die Anteile der

*Inquiry*-Phasen zeigte deutliche Unterschiede zwischen den Profilen (Tab. 7.15). Das Profil 1 mit vergleichsweise ausgeglichenen *Inquiry*-Anteilen zeigt das *erwünschte* Handlungsmuster zur Umsetzung naturwissenschaftlicher Untersuchungen. Dabei weisen die Mediane daraufhin, dass über die Hälfte der in dem Profil befindlichen Lehrkräfte sowohl Fragestellungen als auch Hypothesen formulieren. Das Profil zeigt einen recht hohen Durchführungsanteil, ebenso wie einen recht hohen Anteil an Auswertungs- und Interpretationsanteilen. Auch der Median der Reflexionsphase macht deutlich, dass ein Großteil der Lehrkräfte diese umsetzt. Absolut gesehen, reflektieren zehn von elf Lehrkräften des Profils 1 die durchgeführte naturwissenschaftliche Untersuchung. Die Lehrkräfte weisen hinsichtlich des *Inquiry*-Prozesses ausgeglichene Anteile der beteiligten Phasen auf. Nur auf diese Weise können Schülerinnen und Schüler lernen, wie der *Inquiry*-Prozess aufgebaut ist und können diesen zur Erkenntnisgewinnung einsetzen (Carey et al., 1989; Driver et al., 1996; Hammann, et al., 2008; Hofstein & Lunetta, 2004; McNeill et al., 2006).

Das zweite Profil ist eher ein Profil eines *momentanen* Handlungsmusters zur Umsetzung von *Scientific Inquiry*. Dieses Profil wird durch einen sehr hohen Anteil der Untersuchungsphase charakterisiert. Die anderen Phasen von *Scientific Inquiry* sind signifikant geringer vertreten als in Profil 1. Es fällt auf, dass vierzehn schwedische Lehrerinnen und Lehrer dem Profil 2 zugeordnet werden. Dies unterstützt die zuvor diskutierten Ergebnisse. Ein bedeutendes schwedisches Handlungsmuster ist somit der hohe Anteil der Untersuchungsphase und der geringe Anteil der Auswertung und Interpretation. Eine Möglichkeit zur weiteren Erkenntnisgewinnung wäre, diese identifizierten latenten Profile weiter zu untersuchen.

Die Betrachtung der *lesson signatures* unterstützt ebenfalls die vorgestellten Ergebnisse auf visuelle Weise und stellt somit ein geeignetes Instrument zur deskriptiven Beschreibung kulturspezifischer Handlungsmuster dar. Besonders die Darstellungen der sich signifikant unterscheidenden Phasen des *Inquiry*-Prozesses machen die Differenzen innerhalb der Stichprobengruppen gut deutlich. Dabei ist allerdings ein Nachteil dieser Methode der große Zeitaufwand, solche Darstellungen zu erstellen (Abschnitt 8.8).

Auf Ebene der Tiefenstruktur (Seidel & Shavelson, 2007; Oser & Patry, 1990) – also hinsichtlich der *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* – fällt auf, dass die schwedischen Chemiestunden durchschnittlich ein höheres Maß an Qualität zeigten als die Stunden der Sekundarstufe I (Tab. 7.26). Betrachtet man die einzelnen Items der Qualitäts-Ratingskala, die für alle untersuchten Stichprobengruppen angemessene Itemkennwerte aufweisen, so wird der Unterschied der Qualität zwischen Schweden und der Sekundarstufe I plausibel. Die Items beziehen sich vordergründig auf die Zusammenfassung von Ergebnissen und Zwischenerkenntnissen. Darüber hinaus befassen sich viele Items mit der expliziten strukturierten Abgrenzung von Arbeitsschritten sowie der vollständigen Bearbeitung von Aufgaben. Aus den Vergleichen zur expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen (Tab. 7.16) weist einiges darauf hin, dass die Lehrkräfte der Sekundarstufe I häufiger implizit bzw. seltener explizit unterrichten. Dies würde auch Erkenntnisse früherer Studien bestätigen. So sind deutsche Schülerinnen und Schüler oft gezwungen, sich Ziel und Struktur der

Unterrichtsstunden selbst zu erschließen, da Lehrende diese überwiegend nur implizit erwähnen (Seidel et al., 2006b). Dennoch sind hier nur die Phase der Hypothesenbildung sowie der Untersuchung in Bezug auf den Grad der Offenheit signifikant unterschiedlich. Dies reicht allerdings nicht aus, um die Ergebnisse der Qualität vollständig zu erklären. Einen weiteren Aspekt, der mit dem Rating zur Qualität abgefragt wurde, ist die Einbringung des fachlichen Vorwissens. Das bestätigen die Ergebnisse dieser Studie. In Tabelle 7.13 wird kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichprobengruppen ersichtlich, aber der Anteil des Vorwissens innerhalb der Kodierung anderer Unterrichtsaktivitäten ist in Schweden am größten. Dies kann das bessere Abschneiden der schwedischen Stichprobe im Vergleich zur Sekundarstufe I erklären.

Die Betrachtung der Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* der Lehrenden zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Stichprobengruppen. Dies ist vermutlich größtenteils auf einen Deckeneffekt zurückzuführen, weil der Test für die befragten Lehrerinnen und Lehrer zu leicht ist. Auf der Ebene der Vorstellungen der Schülerinnen und Schülern aus Schweden und der Sekundarstufe I ist es gelungen, eine größere Stichprobe zu erheben, was aussagekräftigere Erklärungen ermöglicht. Es ließ sich ein signifikanter Unterschied (Tab. 7.38) zwischen den Schülerinnen und Schülern in Schweden und der Sekundarstufe I finden, wobei die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I höhere Werte aufweisen. Das bessere bzw. elaboriertere Abschneiden von deutschen Schülerinnen und Schülern hinsichtlich der Vorstellungen über *Nature of Science* konnte bereits in anderen Studien gezeigt werden (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Neumann, 2011), wobei hinsichtlich des Konzepts *Nature of Science* vor allem die deutschen Schülerinnen und Schüler in der neunten Jahrgangsstufe des Gymnasiums einen großen Entwicklungssprung aufweisen. Ein Grund ist vermutlich das vermehrte experimentelle Arbeiten in den Klassen der Sekundarstufe I (Kremer, 2010). Gleichzeitig muss argumentiert werden, dass die schwedischen Schülerinnen und Schüler an einer Grundschule unterrichtet werden (Abb. 3.1), während sich die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I auf einem Gymnasium befinden und es sich dadurch um eine homogenere Gruppe handelt. Daraus resultiert möglicherweise, dass die untersuchten Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I leistungstärker sind als die schwedischen Schülerinnen und Schüler. Dies kann einen Einfluss auf die Ergebnisse des Fragebogens zu *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* haben.

Auf Itemebene wird darüber hinaus ersichtlich, dass die Items recht leicht und eindeutig sind. Worte wie *nur*, *meist* oder *auch* könnten die Schülerinnen und Schüler zu einer sozial erwünschten Antwort gedrängt haben. Die schwedische Übersetzung des Instruments zu den Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* könnte eine Quelle der Stichprobenunterschiede sein. So wurde vordergründig vom Deutschen ins Schwedische übersetzt. Trotz der Übersetzung mit mehreren zweisprachigen Übersetzern und Lehrkräften würde eine angemessene Übersetzung nur durch die Rückübersetzung (Brislin, 1970; Werner & Campbell, 1970) ermöglicht werden. Dies war aus organisatorischen Gründen nicht möglich. Folglich könnten die übersetzten Aussagen des Tests für die schwedischen Schülerinnen

und Schüler sprachlich zu schwer sein. Die schwedische Regierung hatte bereits Ende der 1960er Jahre eine Vereinfachung der schwedischen Sprache gefordert und umgesetzt (Institutet för språk och folkminnen, 2014). Im Jahre 2009 wurde diesbezüglich ein so genanntes Sprachgesetz erlassen, in dem die Bedeutung einer *Sprache für alle* im Mittelpunkt steht. Darin wird erklärt, dass alle schwedischen Bürgerinnen und Bürger sowie Migrantinnen und Migranten und Menschen mit Behinderungen in der Lage sein müssen, die schwedische Sprache zu verstehen und zu erlernen (Regeringskansliet, 2009). Diese Anwendung einer leichten Sprache im Sprachlichen wie im Schriftlichen ist eine Erklärungsmöglichkeit für das schlechtere Abschneiden der schwedischen Stichprobe in dieser Studie sowie die Tatsache, dass es sich bei den schwedischen Klassen um heterogenere Gruppen handelt. Eine andere Möglichkeit wäre, dass die schwedischen Schülerinnen und Schüler generell naivere Vorstellungen hinsichtlich des Wissenschaftsverständnisses aufweisen. Obwohl im *Kursplan kemi* (Tab. 3.2) unter dem Aspekt *Chemie und Weltbild* explizit die Thematisierung von Wissenschaftsverständnis gefordert wird, könnten die hier gefundenen Erkenntnisse eine Problematik dieser Vermittlung aufzeigen. Die vermehrte explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses (Tab. 7.17) würde diese Erklärung unterstützen. So ist den Chemielehrkräften dieser Studie das Problem der naiven Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* bewusst. Denkbar wäre, dass sie daher den *Inquiry*-Prozess explizit thematisieren.

#### Zusammenfassung:

Es konnten eindeutige kulturspezifische Handlungsmuster in Bezug auf die Umsetzung von Scientific Inquiry identifiziert werden. So setzen die Lehrkräfte der Sekundarstufe I ansatzweise andere Unterrichtsaktivitäten in Form von selbstständiger Schülerarbeit zur Vermittlung von Fachwissen um. Darüber hinaus stehen in der Phase der *Hypothese* die Hypothesenbildung selbst und deren Sicherung im Vordergrund, deren Umsetzung von der Lehrkraft moderiert wird. Gleichzeitig werten die Lehrenden der Sekundarstufe I mit ihren Schülerinnen und Schülern häufiger die naturwissenschaftlichen Untersuchungen aus, wobei Daten verglichen und Reaktionsgleichungen aufgestellt werden. Dies erfolgt ebenfalls meist im Unterrichtsgespräch. Auch die Begründung der Schlussfolgerung erfolgt häufiger in der Sekundarstufe I, auch in Form des Unterrichtsgesprächs. Das Aufstellen von Regeln, was ebenfalls in der Sekundarstufe I häufiger umgesetzt wird, findet meist in Form eines Lehrervortrags statt. Die schwedischen Lehrkräfte hingegen zeigen ein kulturspezifisches Handlungsmuster in Bezug auf die Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungen. Im Fokus stehen dabei das Vorstellen des Untersuchungsplans, die Sicherung der Planung sowie die Organisation der Untersuchung. Diese Phasen werden meist vom Lehrenden vorgegeben. Die praktische Durchführung, die ebenfalls häufiger in schwedischen Klassenzimmern umgesetzt wird, erfolgt meist in Form selbstständiger Schülerarbeit.

Leistungsunterschiede hinsichtlich der Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* können einerseits aus sprachlichen Unterschieden in den beiden Kul-

turen resultieren oder andererseits daraus, dass die untersuchten Klassen in Deutschland im Vergleich zur schwedischen Stichprobe bereits selektiert und dadurch insgesamt womöglich leistungstärker sind.

### 8.5 Schulstufenspezifische Umsetzung von *Scientific Inquiry*

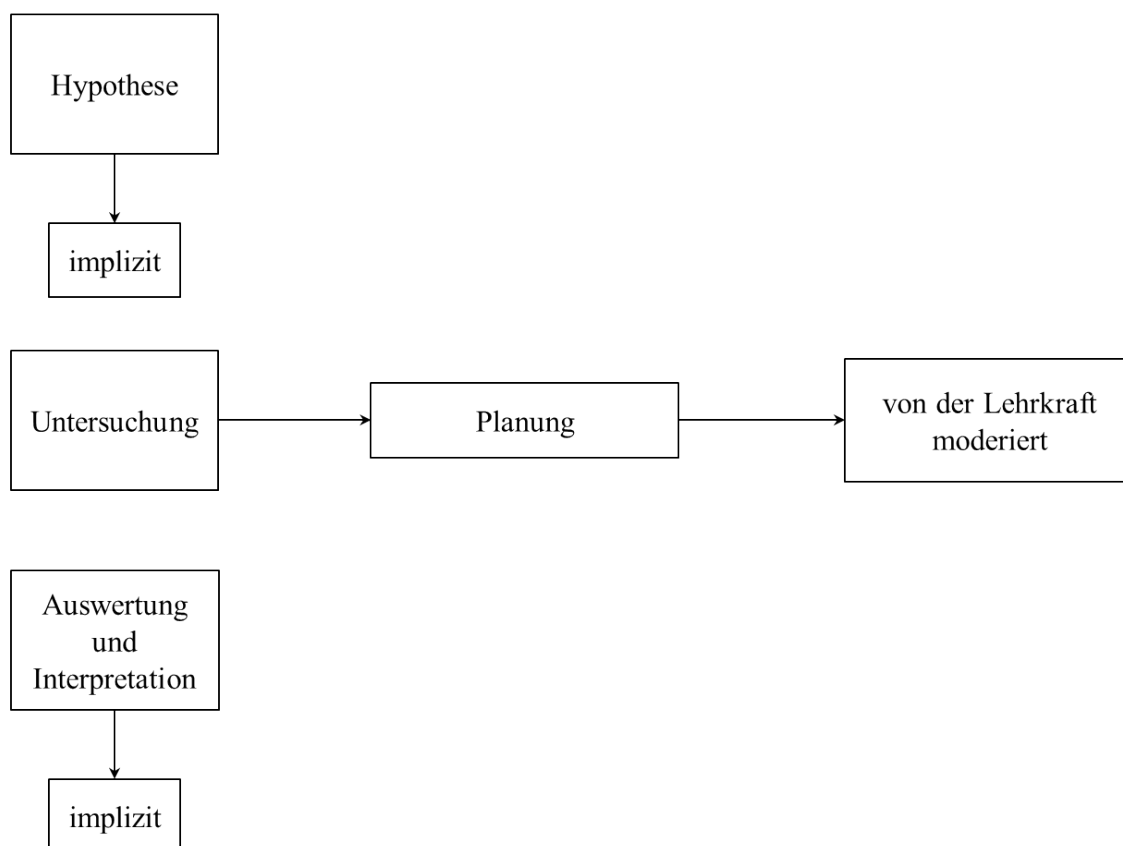
Die Identifizierung von Handlungsmustern im Unterricht kann auch durch einen intranationalen Vergleich von Klassen erfolgen (Baumert et al., 1997; Schmidt et al., 1996). Die Schwierigkeit, Handlungsmuster innerhalb eines Landes zu identifizieren, liegt in der Anwendung kulturell ähnlicher, unbewusster Handlungsweisen. So werden in diesem Abschnitt nur die Ergebnisse des Vergleichs zwischen der Sekundarstufe I und II diskutiert. Die Unterschiedsberechnungen der *Inquiry*-Phasen (Tab. 7.30) weisen auf keinerlei unterschiedliche Handlungsweisen hin. Auf der Ebene der expliziten Thematisierung von *Inquiry*-Phasen (Tab. 7.33) setzen die Lehrkräfte der Sekundarstufe I die Phase der *Hypothese* sowie die der Auswertung und Interpretation häufiger implizit um. Hinweise auf eine eher implizite Vermittlung durch deutsche Lehrerinnen und Lehrer konnten bereits frühere Studien ableiten (Seidel et al., 2006b). Allerdings spielt die metakognitive Betrachtung – ob nur einzelner *Inquiry*-Phasen oder des gesamten Prozesses – eine wichtige Rolle für das Verständnis von Erkenntnisgewinnungsprozessen und ist daher unabdingbar (Hofstein & Lunetta, 2004; McNeill et al., 2006; Carey et al., 1989; Driver et al., 1996).

Ein detaillierterer Blick auf die Phase der *Untersuchung* zeigt hinsichtlich der Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen einen signifikanten Unterschied zwischen der Sekundarstufe I und II. Dabei wird in der Sekundarstufe II keinerlei naturwissenschaftliche Untersuchung geplant (Tab. 7.31). Generell konnte festgestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler mit einem gewissen methodischen Vorwissen, systematischer naturwissenschaftliche Untersuchungen planen (Hammann et al., 2008; Carey et al., 1989; Schauble et al., 1991). Es kann vermutet werden, dass den Lehrenden bewusst ist, dass die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II über dieses bzw. anderes Vorwissen verfügen als die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I. Daher fokussieren sie auf andere Bereiche des *Inquiry*-Prozesses wie dem Aufbau von Untersuchungen, was später noch Erwähnung findet.

In der Sekundarstufe I wird die Planung meist in Form des Unterrichtsgesprächs umgesetzt. Dies bestätigt die Erkenntnisse, die hinsichtlich der Dominanz des Unterrichtsgesprächs bereits durch den Vergleich zwischen Schweden und der Sekundarstufe I deutlich wurde. Auch der Vergleich der absoluten Anteile der Offenheitsgrade (Tab. 7.34) der Sekundarstufe I und II zeigt einen signifikanten Unterschied in Bezug auf die Umsetzung des Unterrichtsgesprächs. Dieses ist häufiger im Chemieunterricht der Sekundarstufe I vertreten. Die Lehrkräfte der Sekundarstufe II setzen anteilmäßig eher offenere Unterrichtsformen um. So sind zwar die Unterschiede der Anteile nicht signifikant, aber höher als die Anteile der Sekundarstufe I. Im Vergleich zur Sekundarstufe II konnte somit folgendes schulstufenspezifische Handlungsmuster für die Sekundarstufe I identifiziert werden (Abb. 8.5):

allgemein

konkret

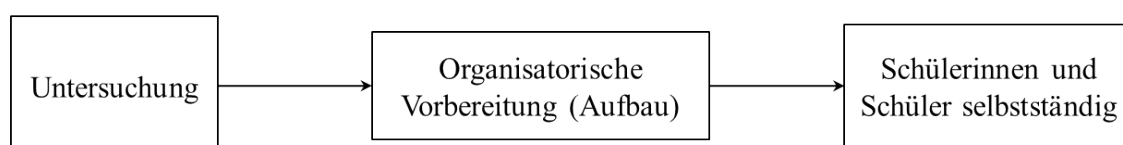


**Abbildung 8.5:** Schulstufenspezifisches Handlungsmuster der *Phase der Untersuchung* in der Sekundarstufe I.

Die Betrachtung der *Phase der Untersuchung* zeigt einen signifikanten Unterschied in Bezug auf die organisatorische Vorbereitung (Tab. 7.32). Dieses Ergebnis findet sich auch beim Vergleich zwischen Schweden und der Sekundarstufe I, wobei der Aufbau der Versuche durch die schwedischen Schülerinnen und Schüler mehr Zeit in Anspruch nimmt bzw. ihnen mehr Zeit zur Verfügung gestellt wird. Im Hinblick auf den schulstufenspezifischen Vergleich kann das Ergebnis auf die Durchführung komplexerer und länger andauernder Untersuchungen zurückgeführt werden (Abb. 8.6). Eine Analyse der Komplexität der in den Unterrichtsvideos durchgeführten Versuche steht allerdings noch aus.

allgemein

konkret



**Abbildung 8.6:** Schulstufenspezifisches Handlungsmuster der *Phase der Untersuchung* in der Sekundarstufe II.



Die Unterrichtsstunden der Sekundarstufe I und II zeigen eine größere Parallelität auf als der Vergleich der schwedischen Unterrichtsvideos und denen der Sekundarstufe I. Dies weist auf kollektiv geteilte Handlungsmuster in den deutschen Stichproben hin, die sich aufgrund von gemeinsamen Wertevorstellungen (Ehlich & Rehbein, 1977), subjektiven Theorien (Dann, 1994) und Wissen über Unterricht ausbilden (Seidel, 2003).

Die Überprüfung, ob die Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I und II in latente Profile einzuordnen sind, konnte nicht erfolgen, da die Stichprobe zu klein bzw. die Unterschiede zwischen den Stichprobengruppen zu gering waren (Abschnitt 8.8). Folglich kann die Analyse der latenten Profile nicht zur Identifizierung von unterrichtlichen Handlungsmustern zwischen der Sekundarstufe I und II einbezogen werden.

Hinsichtlich der Tiefenstrukturmerkmale auf der Ebene der *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* unterscheiden sich die Sekundarstufe I und II nicht signifikant voneinander (Tab. 7.36). Dies macht ebenfalls die Ähnlichkeit des unterrichtlichen Handelns deutlich.

In Bezug auf die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* zeigen die Lehrkräfte ebenfalls keine unterschiedlichen Ausprägungen, wobei die Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe II besser abschneiden (Tab. 7.37). Während sich die Lehrervorstellungen nicht signifikant unterscheiden, zeigt der Vergleich der Schülervorstellungen einen signifikanten Unterschied zwischen der Sekundarstufe I und II (Tab. 7.38). Dies ist aufgrund von mehr Erfahrung, höherem Alter und größerem Wissen nicht verwunderlich. So können Schülerinnen und Schüler mit einem themenspezifischen höheren Vorwissen die Items voraussichtlich besser lösen (Klos et al., 2008). Es ist allerdings erstaunlich, dass die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II durchschnittlich sogar ein elaborierteres Wissenschaftsverständnis aufweisen als die Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe I. Dieser Unterschied ist allerdings nicht signifikant. Dass Lehrkräfte naivere Vorstellungen aufweisen können als Schülerinnen und Schüler der 11. und 12. Jahrgangsstufe, konnte bereits sehr früh gezeigt werden (Miller, 1963). Verschiedene Studien, die zu ähnlichen Ergebnissen kamen, begründen dies dadurch, dass eine verstärkte Beschäftigung mit Inhalten zum Naturwissenschaftsverständnis auf Seiten der Lehrkräfte zu naiveren Vorstellungen hinsichtlich *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* führen kann (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Günther et al., 2004). Der aufgezeigte Deckeneffekt verdeutlicht hingegen, dass der eingesetzte Test für die Lehrenden und die Lernenden der Sekundarstufe II ein generell problematisches Instrument darstellt, was die Möglichkeit einer validen Interpretation verringert.

Weiterhin zeigt der Unterschied der Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I und II eine Effektstärke an, die unter dem für eine Bestätigung der Hypothese geforderten Wert liegt. Trotzdem weist der hohe Z-Wert und der höchst signifikante p-Wert auf eine Überzufälligkeit hin, weshalb weiterhin von einem Unterschied zwischen den beiden Stichprobengruppen gesprochen werden kann.

Wie bereits erläutert, zeigt die Testung der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II einen Deckeneffekt, der sich wohlmöglich durch die zu eindeutig gewählte Wortwahl ergab.

Trotzdem zeigt der signifikante Unterschied zwischen der Sekundarstufe I und II unterschiedliche Niveaus elaborierter bzw. naiver Schülervorstellungen.

### Zusammenfassung:

Bei dem Vergleich zwischen der Sekundarstufe I und II konnten weniger Handlungsmuster innerhalb der beiden Stichprobengruppen identifiziert werden als zwischen der Sekundarstufe I und Schweden. Dies zeigen darüber hinaus die *lesson signatures* als auch die nicht durchführbare Berechnung latenter Profile.

Ein identifiziertes Handlungsmuster der Sekundarstufe I ist die implizite Umsetzung der Phase der *Hypothese* sowie der *Auswertung und Interpretation* sowie die Planung naturwissenschaftlicher Untersuchungen in Form des Unterrichtsgesprächs. Dieses Ergebnis betont erneut die dominante Umsetzung des Unterrichtsgesprächs – hier in der Sekundarstufe I.

In der Sekundarstufe II konnte ein Handlungsmuster identifiziert werden, das den selbstständigen Aufbau naturwissenschaftlicher Untersuchungen zeigt.

## 8.6 Lehrervorstellungen und der Zusammenhang zum Chemieunterricht

In einschlägigen Studien wird immer wieder der Zusammenhang zwischen Vorstellungen von Lehrkräften und dem Handeln im Unterricht diskutiert (Brickhouse, 1990; Capps & Crawford, 2013; Carter & Norwood, 1997; Luft et al., 2003; Martin-Dunlop, 2013; Mellado, 1998; Pomeroy, 1993; White et al., 2004). Auch konkret auf die Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* bezogen, sollen diese die Unterrichtspraxis beeinflussen (Dann, 1994; Fischler et al., 2002; Hashweh, 1996; Helmke, 2005; Nespor, 1987; Wahl, 2001). Es gibt auch Hinweise darauf, dass die Vorstellungen der Lehrkräfte einen Einfluss auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler haben (Helmke, 2012). Der letztgenannte Zusammenhang wird in der hier durchgeführten Studie nicht bestätigt. So findet sich kein Zusammenhang zwischen den Lehrer- und Schülervorstellungen (Tab. 7.39).

Die Korrelationsanalyse zwischen den *Inquiry*-Phasen und Lehrervorstellungen zeigen keine Zusammenhänge, weder auf allgemeiner Ebene noch auf der Ebene des Offenheitsgrades. Die Analyse der Abhängigkeit zwischen Lehrervorstellungen und der impliziten Thematisierung der Phase der *Auswertung und Interpretation* macht einen negativen Zusammenhang deutlich. So interpretieren und werten Lehrkräfte mit elaborierten Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* Untersuchungen weniger implizit aus als Lehrkräfte mit naiveren Vorstellungen. Eine andere Interpretation wäre, dass eine Lehrkraft, die die Phase der *Auswertung und Interpretation* eher implizit umsetzt, eher naive Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* aufweist. Diese für die Phase der *Auswertung und Interpretation* ermittelte Relation konnte im Allgemeinen auch schon in anderen Studien beobachtet werden. So wurde gezeigt, dass viele Lehrkräfte die Vorstellung besitzen, eine implizite Auseinandersetzung mit Experimenten genüge, um das Wissen über Naturwissenschaften

zu vermitteln. Die Lerngruppen dieser Lehrkräfte machten aber keine Fortschritte im Hinblick auf ihre naiven Vorstellungen über *Nature of Science* (Bell et al., 2003). Problematisch ist es, wenn Lehrerinnen und Lehrer naive Vorstellungen in Bezug auf *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* aufweisen und sie diese Inhalte daher auch nicht vermitteln können bzw. dann naive Vorstellungen weitergeben (Miller, 1963). Diese Erkenntnisse zeigen, wie wichtig es ist, dass sich zukünftige und bereits praktizierende Lehrkräfte ihre Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* bewusst machen. Gleichzeitig muss die universitäre Lehrerbildung diesen Prozess forcieren (Björkman et al., 2013), denn nur eine explizite Thematisierung des Naturwissenschaftsverständnisses ermöglicht eine Veränderung von naiven zu elaborierten Vorstellungen sowohl auf Lehrer- als auch auf Schülerebene (z.B. Bencze et al., 2006; Günther et al., 2004; Hanuscin et al., 2011; Küçük, 2008; McDonald, 2010; Morrison et al., 2009; Lederman, 2007; Scharmann et al., 2005).

Ansonsten lassen sich keine Zusammenhänge auf der Ebene der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses hinsichtlich der Lehrervorstellungen ausmachen. Das Beobachten weniger Zusammenhänge zwischen den Lehrervorstellungen und der Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht widerlegt die Erkenntnisse vieler vorangegangener Studien zum Zusammenhang zwischen Naturwissenschaftsverständnis und unterrichtlichem Handeln (Brickhouse, 1990; Capps & Crawford, 2013; Carter & Norwood, 1997; Luft et al., 2003; Martin-Dunlop, 2013; Mellado, 1998; Pomeroy, 1993; White et al., 2004). Seidel et al. (2008) finden hingegen ebenfalls keine Zusammenhänge.

Dennoch kann das Bestehen gegenteiliger Hinweise unterschiedlich interpretiert werden. Entweder bestehen zwischen den Lehrervorstellungen und der Umsetzung von *Scientific Inquiry* nur wenige Zusammenhänge oder – und dies ist wahrscheinlicher – birgt die Durchführung der Korrelationsanalysen mit recht kleinen Stichprobengrößen ein Problem. Bei größeren Stichproben könnten vermutlich andere Schlüsse gezogen werden.

#### Zusammenfassung:

Ein direkter Zusammenhang zwischen Lehrer- und Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* ließ sich nicht finden.

Durch die Korrelationsanalysen wurde jedoch deutlich, dass Lehrkräfte der Sekundarstufe II elaborierte Vorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis aufweisen, schwedische Schülerinnen und Schüler hingegen eher naive Vorstellungen. Hinsichtlich der impliziten Thematisierung der Phase der Auswertung und Interpretation konnte ein negativer Zusammenhang zu den Lehrervorstellungen berechnet werden. Die implizite Auseinandersetzung mit Sachverhalten im naturwissenschaftlichen Unterricht stellt ein generelles Problem von Lehrkräften mit naiven Vorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis dar und muss daher in Schule und Lehrerbildung explizit angesprochen und verändert werden.

Ansonsten finden sich keine Zusammenhänge zwischen den Lehrervorstellungen und der Umsetzung von *Scientific Inquiry*, den Offenheitsgraden sowie der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses.

## 8.7 Chemieunterricht und der Zusammenhang zu Schülervorstellungen

Grundlage der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen dem unterrichtlichen Handeln und den Schülervorstellungen ist die Annahme, ein erkenntnisgewinnungsorientierter Unterricht beeinflusst die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* (z.B. Abd-El-Khalick, 2006; Duit & Treagust, 1995; Stodolsky et al., 1991).

Die hier durchgeführten Korrelationsanalysen der *Inquiry*-Phasen zeigen einen positiven Zusammenhang zwischen der *Phase der Hypothese* sowie der *Phase der Auswertung und Interpretation* und den Schülervorstellungen (Tab. 7.42). Wird also im Chemieunterricht die Phase der *Hypothese* sowie die der *Auswertung und Interpretation* umgesetzt, so weisen die Schülerinnen und Schüler elaboriertere Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* auf. Vorangegangene Untersuchungen des Faches Biologie zeigen, dass Schülerinnen und Schüler zwischen der 5. und 10. Jahrgangsstufe bessere Leistungen im Aufstellen und Deuten von Hypothesen als im Formulieren von Fragestellungen und Planen von Untersuchungen zeigen. Eine stärkere Verknüpfung zwischen der Formulierung von Fragestellungen und den Schülervorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis soll unter anderem ein Grund dafür sein (Grube, 2010). Das bessere Abschneiden der Schülerinnen und Schüler könnte allerdings auch dadurch zustande kommen, weil sie im Aufstellen und Deuten von Hypothesen also im Auswerten und Interpretieren lediglich mehr geschult sind.

Ein negativer Zusammenhang ist hingegen hinsichtlich der *Phase der Untersuchung* zu finden. Dieser Zusammenhang spiegelt die wenig elaborierten Schülervorstellungen der schwedischen Stichprobe und die hohen Anteile der Untersuchungsphase in den schwedischen Unterrichtsvideos wider. Eine mögliche Interpretation ist, dass die lange Dauer der *Phase der Untersuchung* auf Kosten anderer *Inquiry*-Phasen eingesetzt wird. Dies führt zu einer einseitigen Auseinandersetzung mit *Scientific Inquiry*, besonders in der schwedischen Stichprobe und so zu einem geringen Aufbau von Wissen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*. Somit reicht es nicht aus, Schülerinnen und Schüler selbstständig Untersuchungen durchführen zu lassen. Auch die Einbindung anderer *Inquiry*-Phasen ist notwendig, um nachhaltig wissenschaftliche Vorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis aufzubauen (Capps & Crawford, 2013).

Die Korrelationsanalysen hinsichtlich der Schülervorstellungen und der Offenheitsgrade zeigen zunächst einen negativen Zusammenhang bezüglich des Offenheitsgrades *von der Lehrkraft vorgegeben* (Tab. 7.43). Somit haben Schülerinnen und Schüler, die im Chemieunterricht häufiger mit einem Lehrervortrag konfrontiert werden, eher naive Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*. Dies zeigt, dass ein stark lehrerzentrierter Unterricht beispielsweise in Form des Lehrervortrags bei Schülerinnen und Schülern eher naive Schülervorstellungen verursacht bzw. diese nicht verändert.

Zusätzlich wird ein positiver Zusammenhang zwischen den Schülervorstellungen und dem Offenheitsgrad *von der Lehrkraft moderiert* deutlich. Dieser Zusammenhang suggeriert, dass Schülerinnen und Schüler, deren Chemieunterricht in Form des Unterrichtsgesprächs umge-

setzt wird, elaborierte Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* aufweisen. Die bereits vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass vor allem in der Sekundarstufe I das Unterrichtsgespräch im Chemieunterricht eine sehr große Rolle spielt. Da gleichzeitig die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I elaboriertere Vorstellung bezüglich des Naturwissenschaftsverständnisses haben, ergibt sich dadurch zwischen diesen beiden Aspekten ein positiver Zusammenhang. Ergänzend zum zuvor dargestellten Zusammenhang zeigt sich, dass die offenere Unterrichtsform bei den Schülerinnen und Schülern elaboriertere Vorstellungen hervorruft. Generell macht dies deutlich, dass das Verständnis hinsichtlich der Erkenntnisgewinnung eher gefördert wird, wenn offene Lernformen in den naturwissenschaftlichen Unterricht integriert werden (Hofstein & Walberg, 1995), während durch die Lehrkraft gelenkte *Inquiry*-Prozesse eher ein kochbuchartiges Abarbeiten von Experimenten und Versuchen zur Folge hat (Windschitl, 2003). Das Unterrichtsgespräch stellt eine Mischform zwischen gelenkter und offener Unterrichtsmethode dar.

Die Betrachtung der expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen zeigt sowohl zwischen der expliziten Thematisierung der Phase der *Hypothese* als auch hinsichtlich der expliziten Thematisierung der Phase der *Auswertung und Interpretation* jeweils einen positiven Zusammenhang in Bezug auf die Schülervorstellungen (Tab. 7.44). Hier wird deutlich, dass die explizite Thematisierung zu elaborierten Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* führen kann (z.B. Abd-El-Khalick, 2012; Bell et al., 2003; Duggan et al., 1996; Hanuscin et al., 2011; Lederman, 1999; Lederman, 2007; Schwartz et al., 2010). Dabei ist gleichzeitig die Klarheit der Instruktion von großer Bedeutung für den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern (Hattie, 2009). Dies macht es so wichtig, vor Beginn einer *Inquiry*-Phase diese den Lernenden explizit zu verdeutlichen.

Entgegen dieser Ergebnisse zeigt die Partialkorrelation zwischen den Schülervorstellungen und der metakognitiven Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses einen höchstsignifikanten negativen Zusammenhang (Tab. 7.45). Das suggeriert, dass Schülerinnen und Schüler, in deren Chemieunterricht explizit über den *Inquiry*-Prozess gesprochen wird, naive Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* haben. Eine Möglichkeit der Interpretation ist, dass die naiven Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler den Lehrkräften bewusst sind und diese daher den *Inquiry*-Prozess explizit thematisieren. Eine explizite Thematisierung enthält der schwedische Rahmenlehrplan allerdings nicht.

#### Zusammenfassung:

Die Ergebnisse zeigen, dass die Umsetzung der *Phase der Hypothese* und die der *Auswertung und Interpretation* und im Speziellen ihre explizite Thematisierung vor allem in den Unterrichtsvideos zu beobachten ist, in denen Schülerinnen und Schüler mit elaborierteren Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* unterrichtet werden. Dies zeigt die Bedeutung einer expliziten Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses.

Weiterhin wird deutlich, dass Schülerinnen und Schüler, die in die Prozesse des Chemieunterrichts einbezogen werden – wenn auch nur durch das Unterrichtsgespräch, – elaboriertere Vorstellungen haben, als Schülerinnen und Schüler, die häufig mit einem Lehrervortrag konfrontiert werden.

### 8.8 Methodendiskussion und Limitation der Studie

Die bisherige Betrachtung der Ergebnisse und deren Diskussion machen deutlich, dass es einer methodischen Reflexion dieser Ergebnisse bedarf. Im Folgenden werden dazu Stärken und Vorteile, aber auch die Grenzen der Methodik zur Identifizierung kultur- und schulstufenspezifischer Handlungsmuster und deren Zusammenhänge mit den Lehrer- und Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* besprochen.

#### 8.8.1 Erfassung kultur- und schulstufenspezifischer Handlungsmuster im Rahmen der Videoanalyse

Die Videoanalyse stellt eine in vielen Forschungsbereichen eingesetzte Erfassungsmethode dar und ist auch auf methodischer Ebene ein komplexer Ansatz zur Generierung videobasierter Daten (Janík, 2009). Im Hinblick auf die Untersuchung von Handlungsmustern ist die Videoanalyse prädestiniert, da die in ihnen unbewusst vorliegenden subjektiven Theorien auf Lehrer- und Schülerebene sowie Unterrichtskripts (Blömeke et al., 2003) durch die videografierte Beobachtung zum Vorschein kommen. Zum einen bestand die Schwierigkeit der Untersuchung darin, eine große Stichprobe an Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern zu untersuchen. Anhand der Ergebnisse und signifikanter Unterschiede wird aber deutlich, dass die Anzahl der Unterrichtsvideos ausreichte, um Aussagen über kultur- und schulstufenspezifische Handlungsmuster machen zu können. Zum anderen handelt es sich vermutlich bei den teilgenommen Lehrkräften, die einer Videoaufnahme ihres Chemieunterricht zugestimmt haben, um eine positiv selektierte Stichprobe und daher um positiv selektierte Lehrende. Dies ist allerdings ein generelles Problem der Videoanalyse (Clausen, 2002; Rubin & Babbie, 2010). Weiterhin bestand eine Schwierigkeit in der Datenerhebung aller drei Stichproben im gleichen Zeitraum. Während die Erhebung der schwedischen Unterrichtsvideos innerhalb eines sechswöchigen Zeitraums möglich war, erstreckte sich die Erhebung der Unterrichtsvideos der Sekundarstufe I und II auf den Zeitraum eines Schulhalbjahres. Daher ergab sich eine große Varianz hinsichtlich der Unterrichtsthemen. Aber auch die Unterrichtsvideos der TIMS-Videostudien 1995 und 1999 waren themenunabhängig (Hiebert et al., 2003; Stigler et al., 1999). Andere Videostudien engten die Inhalte der im Unterricht gezeigten Themen ein, um die Unterrichtsvideos besser vergleichen zu können (Seidel, 2003; Hugener, 2008, Börlin, 2010). Dies war aufgrund organisatorischer und curricularer Gründe in dieser Studie nicht möglich. Alle drei Stichprobengruppen zeigten auf der Ebene des Rahmenlehrplans wenig

thematische Überschneidungen, wodurch von vornherein eine Aufnahme ähnlicher Themen nicht in Betracht gezogen wurde. Auf der Ebene des internationalen Vergleichs ist eine Themenabhängigkeit vermutlich auch nicht zwingend notwendig, da – wie auch diese Studie zeigen konnte – kulturspezifische Handlungsmuster dennoch identifiziert wurden (Baumert et al., 1997, Schmidt et al., 1996). So erwies sich die Methode der Videoanalyse als sehr vorteilhaft, die Studie wäre auf anderem Wege nicht möglich gewesen. Eine ähnliche Themenfindung in der Sekundarstufe I und Sekundarstufe II war nicht möglich, wobei sich die Ähnlichkeit der Handlungsmuster – wie es hier beobachtet werden konnte – auch mit ähnlichen Themen vermutlich gezeigt hätte, da beide Stichproben aus der gleichen Unterrichtskultur stammen. Schlussfolgernd hätte eine Themenabhängigkeit in der hier durchgeführten Form vermutlich keine anderen Ergebnisse gezeigt.

Neben der Themenabhängigkeit wäre eine Betrachtung der Komplexität der naturwissenschaftlichen Untersuchungen eine sinnvolle Ergänzung zur bisherigen Kodierung. Dabei würde es sich um eine Neuentwicklung einer möglichen Ratingskala handeln. So wäre es – wie es bereits für naturwissenschaftliche Aufgaben entwickelt wurde (Kauertz, Fischer, Mayer, Sumfleth, Walpuski, 2010; Walpuski et al., 2010) – denkbar, Komplexitätsniveaus für naturwissenschaftliche Untersuchungen zu beschreiben. In etwa könnten Merkmale der Variablenkontrolle zur Beschreibung dieser Komplexitätsniveaus hinzugezogen werden (Kauertz et al., 2010). Allerdings wurden in den hier analysierten Unterrichtsvideos kaum variablenkontrollierende Experimente beobachtet, wodurch eine Einschätzung der Komplexität auch ohne eine solche Betrachtung vorgenommen werden müsste. So kann die Analyse der Komplexität naturwissenschaftlicher Untersuchungen als Ausgangspunkt neuer Fragestellungen angesehen werden.

Aufgrund der Videostudie und der Befragung der Probanden wurde auf die Einbeziehung weiterer Methoden wie der Interviewmethode verzichtet. Dennoch hätte die zusätzlich Durchführung von Interviews vermutlich eine Interpretation der Ergebnisse erleichtert. So hätten metakognitive Betrachtungen der Lehrkräfte im Anschluss an deren Unterrichtsstunden Aufschluss darüber gegeben, weshalb die jeweiligen *Inquiry*-Phasen verwendet wurden. Allerdings konnte erst die Analyse der Unterrichtsvideos kulturspezifische bzw. schulstufenspezifische Handlungsmuster sichtbar machen. Die Untersuchung der prozentualen Anteile im Hinblick auf latente Profile zeigte im kulturspezifischen Vergleich zwischen Schweden und der Sekundarstufe I zwei Ausprägungen. Im Ergebnisabschnitt wurde explizit auf die Vergleiche Schweden vs. Sekundarstufe I und Sekundarstufe I vs. Sekundarstufe II fokussiert. Aus diesem Grund wurde auf eine Erfassung latenter Profile in allen drei Stichproben verzichtet. In Bezug auf die latenten Profile wäre es auch möglich gewesen, die weiteren Parameter wie die Lehrer- und Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*, die explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses oder die Offenheitsgrade in die Profilanalyse einfließen zu lassen. Die Übersichtlichkeit der Profile und deren Interpretation hätten allerdings auf Kosten weiterer Daten gelitten.

In Bezug auf die Auswertung der Unterrichtsvideos wäre es ebenso methodisch möglich gewesen, die Klassen und Lehrkräfte, die in den latenten Profilen repräsentiert sind, auf signifikante Unterschiede hin zu untersuchen. Allerdings hätten dazu wiederum andere bzw. neue Fragestellungen hinzugezogen werden müssen. Aufgrund der Fokussierung auf den kultur- und schulstufenspezifischen Vergleich wird darauf verzichtet.

Die Erstellung der *lesson signatures* sind einerseits eine sinnvolle Illustration des Verlaufs der videografierten *Inquiry*-Prozesse, weil gezeigt werden kann, zu welchem Zeitpunkt welche *Inquiry*-Phasen im Chemieunterricht umgesetzt werden. Allerdings eignen sich die *signatures* eher für *large-scale* Studien. Daher wurde auch darauf verzichtet, weitere Variablen wie die explizite Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses und die Offenheitsgrade in Form von *lesson signatures* darzustellen.

Insgesamt konnte jedoch der Eindruck kulturspezifischer Handlungsmuster in Schweden und der Sekundarstufe I durch die *lesson signatures* bzw. die Ähnlichkeit der Unterrichtskultur zwischen der Sekundarstufe I und II unterstützt werden. Die drei methodischen Ansätze, die zur Identifizierung kultur- und schulstufenspezifischer Handlungsmuster Verwendung fanden – in Form eines Mittelwert- und Medianvergleichs, der Überprüfung durch latente Profile sowie der Erstellung von *lessons signatures* – stellen sinnvolle Ergänzungen zueinander dar und ermöglichen jeweils eine andere Perspektive auf die erzeugten Daten.

### 8.8.2 Einsatz eines Fragebogens zur Erfassung von Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*

Zur Erfassung der Schüler- und Lehrervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* in dieser Studie wurde ein Fragebogen aus Skalen zusammengestellt, die endpunktbenannte 4-Punkt-Likert-Items enthielten. Die Befragten wurden dazu angehalten, Aussagen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* abzulehnen oder zuzustimmen.

Die Einschätzung zur Qualität des Instruments wurde bereits vorgenommen. Generell konnte die Studie nur bestimmte Vorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis betrachten, die die Items nach der Itemreduktion abbildeten. Um umfangreiche Erkenntnisse zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte zu erhalten, hätte man sie in offener Form befragen müssen (Lederman, 2007). Dieses Frageformat bedarf einer aufwendigen qualitativen Auswertung und wurde daher nicht verwendet.

Es stellt sich letztendlich aber die Frage, ob eine wiederholte Neuerstellung eines Instruments zur Erfassung von Vorstellungen zum Naturwissenschaftsverständnis in Anbetracht des zeitlichen sowie personellen Aufwands wirklich sinnvoll war. Tabelle 2.6 macht deutlich, dass eine Vielzahl an Instrumenten existiert. Die zuvor durchgeführte Recherche zeigte, dass die bereits entwickelten Instrumente Mängel oder nicht in die Studie integrierbare Testformate aufwiesen. In der Rückschau wären vermutlich andere Entscheidungen getroffen worden.



Darüber hinaus hätten andere Ansätze – wie eine probabilistische Auswertung des Instruments – vermutlich auch andere Ergebnisse erzeugt, die wiederum andere Schlussfolgerungen zur Folge gehabt hätten. Eine mögliche Dimensionalität der Konstrukte *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* (Neumann et al., 2011) oder naiver und wissenschaftlicher Aussagen könnten untersucht werden. Es wurde zur Auswertung dieser Arbeit allerdings ein rein klassischer Ansatz gewählt.

Ob Lehrer- bzw. Schülervorstellungen mit den *Inquiry*-Phasen zusammenhängen, konnte hier überprüft werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich der Lehrervorstellungen muss die kleine Stichprobe Berücksichtigung finden. Auf der Seite der Schülerinnen und Schüler ist die Stichprobe erheblich größer, was auch ein besseres Bild über denkbare Abhängigkeiten und Zusammenhänge ermöglichte. So ist unklar, warum die Lehrkräfte der schwedischen Stichprobe signifikant häufiger die Prozesse von *Scientific Inquiry* thematisieren, die Schülerinnen und Schüler aber vermehrt naive Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* aufweisen und dies auch in einem Zusammenhang steht. Um diese Abhängigkeiten ausreichend interpretieren zu können, bedarf es anderer Methoden als der Videoanalyse oder der Fragebogenmethode. Das Führen von Interviews mit Lehrenden aber auch mit Lernenden könnte sicherlich die Zusammenhänge zwischen Lehrerverhalten und Schülervorstellungen besser erklären. Aber diese Methode kann als Ausblick in nachfolgenden Studien Berücksichtigung finden. Auch konkrete Aussagen darüber, welche Variable einen Einfluss auf eine andere hat, können durch die hier vorgenommene Auswertung nicht getroffen werden. Eine fehlende Normalverteilung der meisten eingesetzten Variablen hinderte eine Durchführung von Regressionsanalysen, die wiederum die Vorhersage eines Merkmals durch ein anderes möglich gemacht hätten (Bortz, 2010).

Letztendlich ist es wichtig zu betonen, dass es nicht Aufgabe dieser Studie war, Aussagen darüber zu treffen, welche Art der Umsetzung die qualitativ bessere ist. Stattdessen soll sie auf eher deskriptiver Ebene einen Beitrag zur bisherigen *Inquiry*-Forschung leisten. Generell sollten die *Inquiry*-Phasen im Chemieunterricht mit Bedacht und mit einer gewissen Ausgeglichenheit zueinander eingesetzt werden. Den Schülerinnen und Schülern muss der Einsatz dieser Phasen darüber hinaus explizit bewusst gemacht und möglichst offen praktiziert werden. Ein Hauptaspekt ist dabei die Einübung eines reflektiven Umgangs im Hinblick auf das wissenschaftliche Denken.

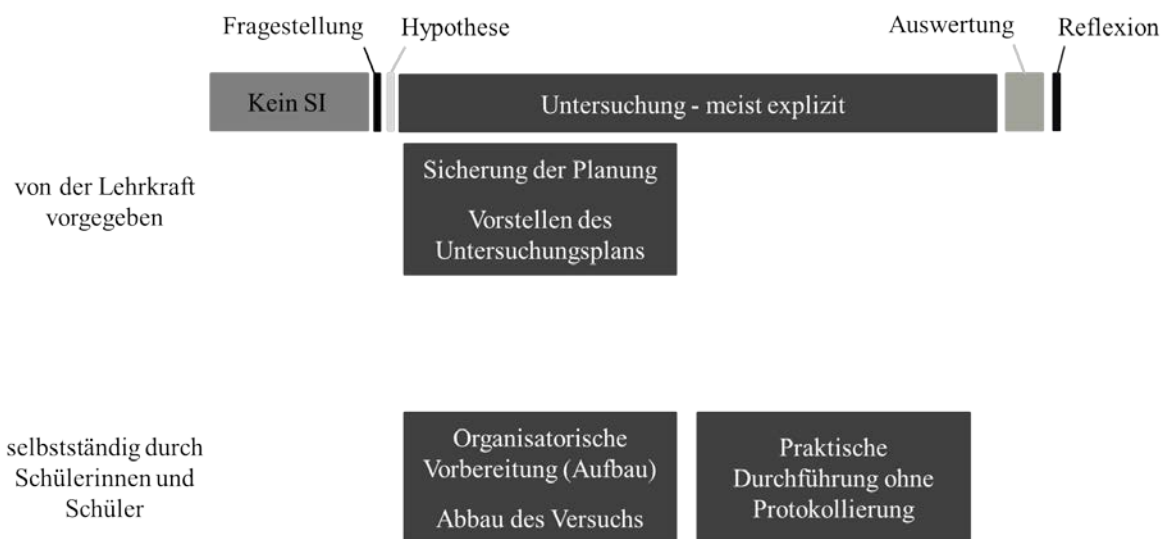
Trotz einiger Mängel – insbesondere in Bezug auf das Instrument des Fragebogens zu den Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* – konnten kulturspezifische und einige schulstufenspezifische Handlungsmuster identifiziert werden. Weiterhin konnten Zusammenhänge zwischen den Handlungsmustern und den Vorstellungen der Befragten über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* gefunden werden, wodurch einige Forschungslücken im Bereich der *Inquiry*-Forschung geschlossen werden konnten.

## 9 Fazit und Ausblick

Ziel der Studie war die Identifikation kultur- und schulstufenspezifischer Handlungsmuster in Schweden sowie der deutschen Sekundarstufe I und II an Berliner Gymnasien mit Hilfe der Videoanalyse. Zusätzlich wurden die Zusammenhänge dieser Muster mit den Lehrer- und Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* durch den Einsatz von Fragebögen zum Naturwissenschaftsverständnis analysiert. Routinierte Handlungsweisen im Chemieunterricht sollten aufgezeigt und unbewusstes unterrichtliches Handeln bewusst gemacht werden.

Eine erste Erkenntnis war, dass in Bezug auf das Konzept *Scientific Inquiry* Variablenkontrolle im Chemieunterricht sowohl in Deutschland als auch in Schweden sehr selten kodiert worden ist. Aus diesem Grund wurden diese Kategorien in der Ergebnisdarstellung und in der weiterführenden Diskussion nicht betrachtet. Bedenkt man die herausragende Bedeutung der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Unterricht, so ist es notwendig, diesen Aspekt wieder stärker in den Mittelpunkt des unterrichtlichen Handelns in der Chemie zu rücken – sei es in der Lehrerbildung oder durch Lehrerfortbildungen. Dabei müssen den (zukünftigen) Lehrerinnen und Lehrern Möglichkeiten – beispielsweise in Form von vorgefertigten Skripten – angeboten werden, um ihnen den Einsatz von variablenkontrollierenden Experimenten zu erleichtern. Geschieht dies nicht, kann eine Veränderung vorhandener Handlungsmuster nicht erwartet werden.

Für schwedische Lehrkräfte lassen sich folgende kulturspezifische Handlungsmuster im Chemieunterricht identifizieren (Abb. 9.1):

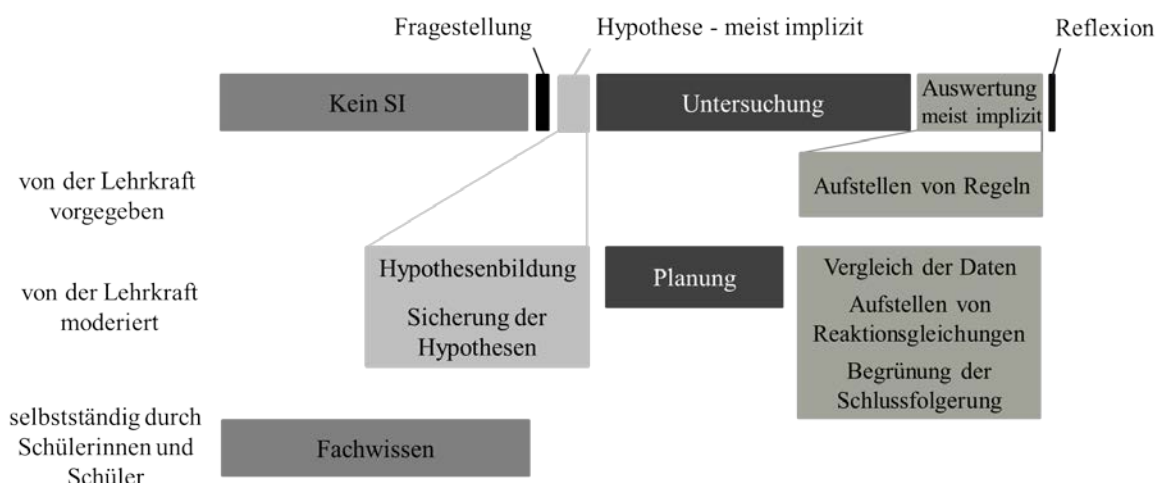


**Abbildung 9.1:** Graphische Zusammenfassung zur Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht in Schweden.

Abbildung 9.1 macht deutlich, dass der Fokus des erkenntnisorientierten Chemieunterrichts in Schweden auf der Phase der *Untersuchung* liegt, Phasen wie *Fragestellung*, *Hypothese* sowie *Reflexion* spielen hingegen eine untergeordnete Rolle. Auch dies gilt es durch Bewusstmachung und Aufzeigen alternativer Handlungsmöglichkeiten zu verändern.

Obwohl die schwedischen Lehrkräfte den *Inquiry*-Prozess explizit häufiger als die Kolleginnen und Kollegen der deutschen Sekundarstufe I thematisieren, weisen die schwedischen Schülerinnen und Schüler die schwächsten Leistungen in Bezug auf *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* auf. Eine mögliche Erklärung für diese Schülerleistungen ist der hohe Schwierigkeitsgrad für die schwedischen Schülerinnen und Schüler. Dies ist einerseits bedingt durch die heterogene Stichprobe, andererseits überforderte die Komplexität des übersetzten Testinstruments unter Umständen die schwedischen Schülerinnen und Schüler.

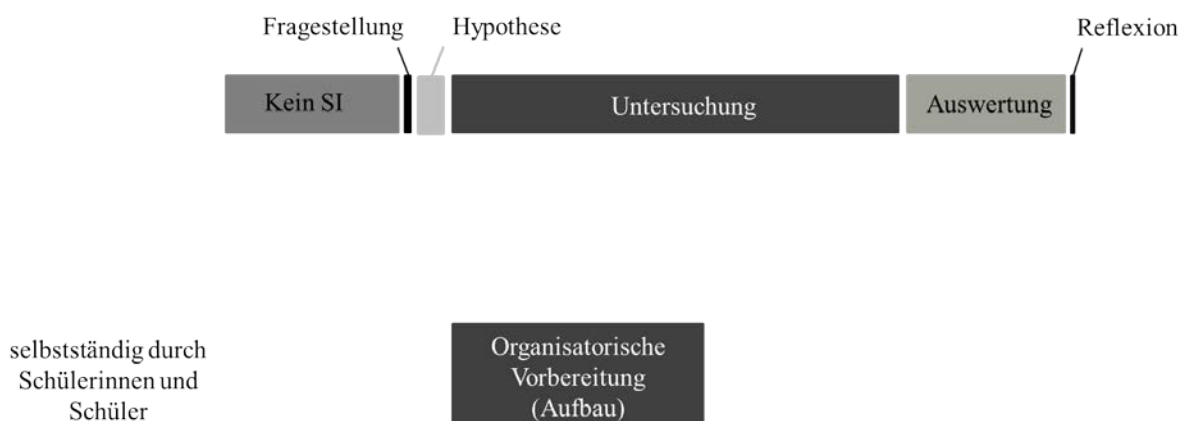
Die Lehrkräfte der deutschen Sekundarstufe I zeigen hingegen folgende Handlungsmuster im Chemieunterricht (Abb. 9.2).



**Abbildung 9.2:** Graphische Zusammenfassung zur Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht in der deutschen Sek II.

Anhand der Abbildung 9.2 wird deutlich, dass auch in der deutschen Sekundarstufe I die Phase *Fragestellung* und *Reflexion* wie auch bei der schwedischen Stichprobe eine eher unbedeutende Rolle spielt. Darüber hinaus erreichen die Schülerinnen und Schüler bessere Leistungen in Bezug auf *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*.

Die Lehrkräfte der deutschen Sekundarstufe II verfügen im Vergleich zu den Kolleginnen und Kollegen der Sekundarstufe I über folgende Handlungsmuster.



**Abbildung 9.3:** Graphische Zusammenfassung zur Umsetzung von *Scientific Inquiry* im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe II.

Auch hier wird deutlich, dass die Phase *Fragestellung* sowie *Reflexion* selten im Chemieunterricht umgesetzt werden. Gleichzeitig verfügen die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II im Vergleich zu denen der anderen Stichprobengruppen über die elaboriertesten Vorstellungen in Bezug auf *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*. Erklärt werden kann dies durch die größere Erfahrungsbasis der Schülerinnen und Schüler.

Insgesamt zeigen diese kultur- und schulstufenspezifischen Handlungsmuster, dass innerhalb einer Unterrichtskultur gesellschaftliche und soziale Prozesse Einfluss auf den Unterricht und dessen Umsetzung haben (z.B. Blömeke et al., 2003; Dann, 1994; Seidel 2003; Stigler et al., 1999). Veränderungsbedarf besteht in allen Stichprobengruppen im Hinblick auf eine verstärkte Thematisierung und Formulierung von Fragestellungen und die Einbindung von Reflexionsphasen im Chemieunterricht.

Bezüglich der Zusammenhangsanalysen findet sich kein direkter Zusammenhang zwischen den Lehrer- und Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*. Hinsichtlich der expliziten Thematisierung der *Inquiry*-Phasen hängt eine implizite Auseinandersetzung der Phase der *Auswertung und Interpretation* negativ mit den Lehrervorstellungen zusammen. Lehrkräften mit naiven Vorstellungen bezüglich der Konzepte *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* müssen diese bewusst gemacht werden. Und auch Möglichkeiten für eine explizite Umsetzung von *Scientific Inquiry* sollten Ihnen zugänglich sein.

Die Erkenntnisse zum positiven Zusammenhang zwischen den Phasen *Hypothese* und *Auswertung und Interpretation* – insbesondere in expliziter Art und Weise – und den Schülervorstellungen sprechen für eine ganzheitliche und explizite Umsetzung aller Phasen von *Scientific Inquiry*.

Die beobachtete starke Lehrerzentrierung – vor allem in Form des Lehrervortrags – und dessen negativer Zusammenhang zu den Schülervorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* macht die Notwendigkeit einer Öffnung des Chemieunterrichts zugunsten schülerorientierter Unterrichtsformen deutlich.

Weiterhin konnten in dieser Studie einige Forschungslücken innerhalb der *Inquiry*-Forschung geschlossen werden und mehrere Ergebnisse früherer Untersuchungen bestätigt (z.B. Björkman & Tiemann, 2013; Björkman et al., 2013; Roth et al., 2006; Scherer, 2012; Stigler et al., 1999) bzw. falsifiziert (z.B. Brickhouse, 1990) werden.

Darüber hinaus wäre es wichtig, zukünftig ein Kodiersystem zur Untersuchung des Komplexitätsgrades von naturwissenschaftlichen Untersuchungen zu entwickeln. Dies würde eine bessere Vergleichbarkeit der einzelnen Unterrichtsvideos untereinander ermöglichen, da die videografierten Experimente und Versuche vermutlich unterschiedliche Schwierigkeitsgrade und Komplexitätsniveaus aufweisen.

In Bezug auf die Profilanalyse könnten die anschließenden Korrelationsanalysen nicht nur in Form des Stichprobenvergleichs – wie in der vorliegenden Studie – durchgeführt werden, sondern in Form der Profile. Die Dimensionalität der einbezogenen Konstrukte kann zusätzlich auf probabilistischer Ebene analysiert werden.

Bei zukünftigen Videoanalysen könnte zudem auf bereits bestehende Instrumente zur Erfassung von Vorstellungen über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* zurückgegriffen werden. Denkbar ist zudem, die Probanden offen beschreiben zu lassen, welche Vorstellungen sie über die Naturwissenschaften und den Prozess der Erkenntnisgewinnung haben.

Generell ist es von großer Bedeutung, Wege zu finden, größere und repräsentativere Stichproben zu untersuchen, wodurch nicht nur Korrelationsanalysen sondern auch Regressionsanalysen bezüglich der untersuchten Sachverhalte durchgeführt oder auch Strukturgleichungsmodelle spezifiziert werden können. Dies sollte zum Zweck geschehen, Handlungsmuster im Chemieunterricht nachhaltig zu identifizieren und diese bei Bedarf zu verändern. Das kann einen Beitrag leisten, die Schülerleistungen im Hinblick auf die naturwissenschaftliche Grundbildung sowie die Gewinnung von Erkenntnissen zu fördern. Ziel ist dabei insgesamt, den Schülerinnen und Schülern einen Weg zu lebenslangem Lernen in allen Bereichen – insbesondere der Naturwissenschaften – zu ebnen, um sie zu befähigen, sich naturwissenschaftliches Wissen eigenständig erschließen zu können.

## 10 Literaturverzeichnis

Aalderen-Smeets, S. I. v., Walma van der Molen, J. H. & Asma, L. J. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96(1), 158-182.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42.

Abd-El-Khalick, F. (2006). Over and over again: College students' views of nature of science. In L. Flick, & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 389-425). Dordrecht: Springer.

Abd-El-Khalick, F. (2012). Nature of science in science education: Toward a coherent framework for synergistic research and development. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1041-1060). Dordrecht: Springer.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.

Abell, S. K. & Smith, D. C. (1994). What is science? Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 16(4), 475-487.

Abelson, R. P. (1979). Differences between belief and knowledge system. *Cognitive Science*, 3, 355-366.

Aebli, H. (1993). *Denken: Das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie*. Stuttgart: Klett-Cotta.

Aebli, H. (2006). *Zwölf Grundformen des Lehrens: Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus*. Stuttgart: Klett-Cotta.

Aguirre, J. M., Haggerty, S. M. & Linder, C. J. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching, and learning: a case study in preservice teacher education. *International Journal of Science Education*, 12, 381-390.

- Akerson, V. L. & Buzzelli, C. A. (2007). Relationships of preservice early childhood teachers' cultural values, ethical and cognitive developmental levels, and views of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 19(1), 15-24.
- Akerson, V. L. & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L. & Cullen, T. A. (2007). The influence of guided inquiry and explicit instruction on K-6 teachers' views of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 751-772.
- Alberts, B. (2000). Some thoughts of a scientist on inquiry. In J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 3-13). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Alonzo, A. C., Kobarg, M. & Seidel, T. (2012). Pedagogical content knowledge as reflected in teacher-student interactions: Analysis of two video cases. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(10), 1211-1239.
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 39-55.
- American Educational Research Association (AERA), American Psychological Association (APA) & National Council on Measurement in Education (NCME). (2014). *Standards for educational and psychological testing*. Washington, D.C.: AERA.
- Anderson, K. E. (1950). The teachers of science in a representative sampling of minnesota schools. *Science Education*, 34(1), 57-66.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Arnold, J., Wellnitz, N. & Mayer, J. (2010). Beschreibung und Messung von Beobachtungskompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen, & S. Nitz, *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, Band 9 (S. 7-22). Kassel: Universitätsdruckerei.
- Arnold, K.-H. (2001). Qualitätskriterien für die standardisierte Messung von Schulleistungen. Kann eine (vergleichende) Messung von Schulleistungen objektiv, repräsentativ und fair sein? In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 117-130). Weinheim: Beltz.

- Aßmus, D. (2013). Fähigkeiten im analogen Denken bei mathematisch begabten Grundschulkindern – Begriffsklärung und Überblick zu empirischen Studien. *mathematica didactica*, 36, 28-44.
- Atkins, P. W. (2001). *Physikalische Chemie*. Weinheim: Wiley VCH.
- Aufschnaiter, C. v. & Rogge, C. (2010). Wie lassen sich Verläufe der Entwicklung von Kompetenz modellieren? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 95-114.
- Aufschnaiter, S. v. & Welzel, M. (2001). Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lernprozessen: Eine Einführung. In S. von Aufschnaiter, & M. Welzel (Hrsg.), *Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lernprozessen: aktuelle Methoden empirischer pädagogischer Forschung* (S. 7-15). Münster: Waxmann.
- Bachmann, T. (1998). *Die Ähnlichkeit von Ereignishilfen bei der Analogiebildung*. Münster: Waxmann.
- Baehr, H. D. & Kabelac, S. (2006). *Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen*. Berlin: Springer.
- Bakeman, R. & Gottman, J.M. (1994). *Observing interaction. An introduction to sequential analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bammel, K. (2005). Auf die richtige Mischung kommt es an, *Physik Journal*, 4(5), 44-45.
- Barron, B. & Engle, R. A. (2007). Analyzing data derived from video records. In S. J. Derry (Ed.), *Guidelines for Video Research in Education*. Chicago: Data Research and Development Center.
- Bartram, D. (2007). Increasing validity the forced-choice criterion measurement formats. *International Journal of Selection and Assessment*, 15(3), 263-272.
- Bartos, A. & Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1150-1184.
- Barzel, B., Reinhoffer, B. & Schrenk, M. (2012). Das Experimentieren im Unterricht. In W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 103-128). Münster: Waxmann.
- Baumert, J., Artelt, C., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Tillmann, K.-J. & Weiß, M. (Hrsg.) (2003). *PISA 2000 – Ein differenzierter Blick auf die Länder der Bundesrepublik Deutschland*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., et al. (1999). *Internationales und nationales Rahmenkonzept für die Erfassung von mathematischer Grundbildung in PISA*. Abgerufen am 29. Mai 2013 von <http://www.mpib-berlin.mpg.de/Pisa/KurzFrameworkScience-2.pdf>.



- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I. et al. (1997). *TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske + Budrich.
- Behnke, F. L. (1961). Reactions of scientists and science teachers to statements bearing on certain aspects of science and science teaching. *School Science and Mathematics*, 61(3), 193-207.
- Beerenwinkel, A., Parchmann, I. & Gräsel, C. (2007). Chemieschulbücher in der Unterrichtsplanung - Welche Bedeutung haben Schülervorstellungen? *CHEMKON*, 14(1), 7-14.
- Bell, R. L. (2006). Perusing Pandora's Box: Exploring the what, when, and how of nature of science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 427-446). Dordrecht: Springer.
- Bell, R. L. & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.
- Bell, R. L., Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581.
- Bell, R. L., Matkins, J. J. & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436.
- Bem, D. J. & Allen, A. (1974). On predicting some of the people some of the time: The search for cross-situational consistencies in behavior. *Psychological Review*, 81(6), 506-520.
- Bencze, L. J., Bowen, M. G. & Alsop, S. (2006). Teachers' tendencies to promote student-led science projects: Associations with their views about science. *Science Education*, 90(3), 400-419.
- Benner, A. D. & Graham, S. (2009). The transition to high school as a developmental process among multi-ethnic urban youth. *Child Development*, 80, 356-376.
- Berger, E., Gruber, M. & Kiesgen, G. (2012). Der Wasserstoff-Verbrennungsmotor. In H.-H. Braess & U. Seiffert (Hrsg.), *Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik* (S. 153-157). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Bergman, L. R. & El-Khoury, B. M. (1999). Studying individual patterns of development using I-States as Objects Analysis (ISOA). *Biometric Journal*, 41, 753-770.

Billich-Knapp, M., Künsting, J. & Lipowsky, F. (2012). Profile der Studienwahlmotivation bei Grundschullehramtsstudierenden. *Zeitschrift für Pädagogik*, 58(5), 696-719.

Biological Sciences Curriculum Study (1962). *Processes of science test*. New York: Psychological Corporation.

Björkman, J. (2009). *Handlungsmuster im Chemieunterricht im internationalen Vergleich zwischen Deutschland und Schweden*. Berlin: Unveröffentlichte Masterarbeit.

Björkman, J., Henning, A., Patzwaldt, K., Musold, H., Upmeyer zu Belzen, A. & Tiemann R. (2013). Zur MINT-Lehrerbildung an der HU zu Berlin. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 66, 430-435.

Björkman, J. & Tiemann, R. (2013). Teaching Patterns of Scientific Inquiry: A Video Study of Chemistry Lessons in Germany and Sweden. *Science Education Review Letters*, 1-7.

Björkman, J., Labetzki, T. & Tiemann, R. (2012). Ein Instrument zur Videoanalyse von "Scientific Inquiry" - Chemieunterricht im internationalen Vergleich. In D. Höttecke (Hrsg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Oldenburg 2011 (S. 304-306). Münster: LIT.

Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.

Blömeke, S. (2003). Lehren und Lernen mit neuen Medien. Forschungsstand und Forschungsperspektiven. *Unterrichtswissenschaft*, 31, 57-82.

Blömeke, S., Eichler, D. & Müller, C. (2003). Rekonstruktion kognitiver Strukturen von Lehrpersonen als Herausforderung für die empirische Unterrichtsforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 31, 103-121.

Blömeke, S., Eichler, D. & Müller, C. (2004). Videoanalysen zum Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht. Indikatoren und erste Ergebnisse für das Fach Mathematik. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 212-233). Münster: Waxmann.

Blömeke, S., Müller, C. & Eichler, D. (2005). Handlungsmuster von Lehrerinnen und Lehrern beim Einsatz neuer Medien. Grundlagen eines Projekts zur empirischen Unterrichtsforschung. In P. Bachmair, P. Doepold & C. De Witt, *Jahrbuch Medienpädagogik 4* (S. 229-244). Wiesbaden: VS.

Börlin, J. (2012). Das Experiment als Lerngelegenheit. Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität. Berlin: Logos.

- Bornstein, M. H. & Benasich, A. A. (1986). Infant habituation: Assessments of individual differences and short-term reliability. *Child Development*, 57, 87-99.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bos, W. & Tarnai, C. (1999). Content analysis in empirical social research. *International Journal of Educational Research*, 21, 659-671.
- Bower, G. H., Black, J. B. & Turner, T. J. (1979). Scripts in memory for text. *Cognitive Psychology*, 11, 177-220.
- Bratt, M. & Devito, A. (1978). The development and field testing of an inventory of humanistic attitudes towards science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(6), 551-557.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.
- Brislin, R. W. (1970). Back-translation for cross-culture research. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 1, 185-216.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopaedie der Psychologie, Serie I, Band 3* (S. 177-212). Göttingen: Hogrefe.
- Brophy, J. (2001). Introduction. In J. Brophy (Ed.), *Subject specific instructional methods and activities* (S. 1-23). New York: Elsevier Science.
- Brophy, J. (2007). *Using video in teacher education*. Bingley, UK: JAI Press.
- Brown, T. L., LeMay, H. E. & Bursten, B. E. (2007). *Chemie. Die zentrale Wissenschaft*. München: Pearson.
- Brückmann, M. & Duit, R. (2014). Videobasierte Analyse unterrichtlicher Sachstrukturen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden der naturwissenschafts-didaktischen Forschung* (S. 189-201). Berlin: Springer.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J. & Austin, G. A. (1956). *A study of thinking*. New York, NY: Science Editions.
- Buck, L. B., Bretz, S. L. & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 52-58.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. München: Pearson.

- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy*. Portsmouth: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy – Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21-43). Wiesbaden: VS.
- Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 1-14). Dordrecht: Springer.
- Cajas, F. (1999). Public understanding of science: Using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, 21(7), 765-773.
- Campbell, D. T. & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multi-trait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56(2), 81-105.
- Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Capps, D. K., Crawford, B. A. & Constatas, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23(3), 291-318.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. & Unger, C. (1989). "An experiment is when you try and see if it works": a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.
- Carlgren, I. (2009). The Swedish comprehensive school – lost in transition? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 12(4), 633-649.
- Carlgren, I., Klette, K., Mýrdal, S., Schnack, K. & Simola, H. (2006). Changes in nordic teaching practices: From individualised teaching to the teaching of individuals. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 50(3), 301-326.
- Carter, G. & Norwood, K. S. (1997). The relationship between teacher and student beliefs about mathematics. *School Science and Mathematics*, 97(2), 62–67.
- Chen, Z. & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variable strategy. *Child Development*, 70, 1089-1120.
- Childs, J. L. (1954). John Dewey. *Educational Theory*, 4(3), 183-186.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-51.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Chambridge, Massachusetts: MIT Press.

- Clark, C. M. & Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 255-296). New York: Macmillan.
- Clarke, D., Emanuelsson, J., Jablonka, E. & Mok, I. A. (2006). *Making connections: Comparing mathematics classrooms around the world*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Clarke, D., Keitel, C. & Shimizu, Y. (2006a). *Mathematics classrooms in twelve countries: The insider's perspective*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Clarke, D., Keitel, C. & Shimizu, Y. (2006b). The learner's perspective study. Chapter 1. In D. J. Clarke, C. Keitel & Y. Shimizu (Eds.), *Mathematics classrooms in twelve countries: The insider's perspective* (pp. 1-14). Rotterdam: Sense Publishers.
- Clarke, D., Mitchell, C. & Bowman, P. (2009). Optimising the use of available technology to support international collaborative research in mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 39-60). Münster: Waxmann.
- Clauß, G., Finze, F.-R. & Partsch, L. (2011). *Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner*, Band I. Ort: Verlag.
- Clausen, M. (2002). *Unterrichtsqualität: eine Frage der Perspektive?* Münster: Waxmann.
- Clausen, M., Reusser, K. & Klieme, E. (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hochinferenter Unterrichtsbeurteilungen. Ein Vergleich zwischen Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz. *Unterrichtswissenschaft*, 31, 122-141.
- Clough, M. P. & Olson, J. K. (2012). Impact of a nature of science and science education course on teachers' nature of science classroom practices. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 247-266). Dordrecht: Springer.
- Colcombe, S. J. & Wyer, R. S. (2002). The Role of Prototypes in the Mental Representation of Temporally Related Events. *Cognitive Psychology*, 44, 67-103.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I. & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186-204.
- Cronbach, L., Gleser, G., Nanda, H. & Rajaratnam, N. (1972). *The Dependability of behavioral measurements: theory of generalizability for scores and profiles*. New York, N.Y.: John Wiley.
- Dalehefte, I. M. (2006). *Unterrichtsskripts – ein multikriterialer Ansatz. Eine Videostudie zum Zusammenspiel von Mustern unterrichtlicher Aktivitäten, Zielorientierung und prozessorientierter Lernbegleitung*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität.
- Dalehefte, I. M., Rimmele, R., Prenzel, M., Seidel, T., Labudde, P. & Herweg, C. (2009). Observing Instruction "next-door". A video study about science teaching and learning in Germany and Switzerland. In T. Janik & T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (S. 83-102). Münster: Waxmann.

- Dann, H.-D. (1989). Subjektive Theorien als Basis erfolgreichen Handelns von Lehrkräften. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 7, 247-254.
- Dann, H.-D. (1994). Pädagogisches Verstehen: Subjektive Theorien und erfolgreiches Handeln von Lehrkräften. In K. Reusser & M. Reusser-Weyeneth (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe* (S. 163-182). Bern: Hans Huber.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Deboer, G. E. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 17-35). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Derry, S. J. (2007). *Guidelines for video research in education*. Chicago: Data Research and Development Center.
- Derry, S. J., Pea, R., Barron, B., Engle, R., Erickson, F., Goldman, R. et al. (2010). Conducting video research in the learning sciences: Guidance on selection, analysis, technology, and ethics. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 3-53.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. New York: McGraw-Hill.
- Di Fuccia, D. (2007). *Schülerexperimente als Instrument der Leistungsbeurteilung*. Berlin: uni-edition.
- Dittmer, A. (2010). *Nachdenken über Biologie. Über den Bildungswert der Wissenschaftsphilosophie in der akademischen Biologielehrerbildung*. Wiesbaden: VS.
- Döbrich, P., Schnell, H. & Sroka, W. (2008). Schulinspektion in ausgewählten Ländern. In H. Döbert & K. Dederling (Hrsg.), *Externe Evaluation von Schulen. Historische, rechtliche und vergleichende Aspekte* (S. 165-237). Münster: Waxmann,
- Dogan, N. & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112.
- Dormann C. F. (2013). *Parametrische Statistik — Verteilung, maximum likelihood und GLM in R. Statistik und ihre Anwendungen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Dubs, R. (2002). Science Literacy: Eine Herausforderung für die Pädagogik. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 69-82). Opladen: Leske + Budrich.

- Duggan, S., Johnson, P. & Gott, R. (1996). A critical point in investigative work: Defining variables. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 461-474.
- Duit, R. & Treagust, D. F. (1995). Students' conceptions and constructivist teaching approaches. In B. J. Fraser & H. J. Walberg (Eds.), *Improving science education* (pp. 46-69). Chicago: The University of Chicago Press.
- Dunbar K. (1999) The scientist in vivo: how scientists think and reason in the laboratory. In L. Magnani, N. Nersessian & P. Thagard (Eds.), *Model-based Reasoning in Scientific Discovery* (pp. 89-98). New York: Kluwer Academic/Plenum Press.
- Dunbar, K. & Klahr, D. (1989). Development differences in scientific discovery strategies. In D. Klahr & K. Kotovsky (Eds.), *Complete information processing: The impact of Herbert A. Simon* (pp. 109-143). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving science education. The contribution of research* (pp. 187-206). Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Ebermann, E. (2010). *Grundlagen statistischer Auswertungsverfahren*. Wien: Universität Wien.
- Eckebrecht, D. & Schneeweiß, H. (2003). *Naturwissenschaftliche Bildung. Gedanken und Beispiele zur Umsetzung von Scientific Literacy*. Stuttgart: Klett.
- Eckert, P. & Stiesch, G. (2009). Reaktionskinetik. In G. P. Merker & C. Schwarz (Hrsg.), *Grundlagen Verbrennungsmotoren. Simulation der Gemischbildung, Verbrennung, Schadstoffbildung und Aufladung* (S. 167-188). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Ehlich, K. (2007). *Sprache und sprachliches Handeln. Pragmatik und Sprachtheorie, Prozeduren des sprachlichen Handelns, Diskurs, Narration, Text, Schrift*. Berlin: De Gruyter.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1977). Wissen, Kommunikatives Handeln und die Schule. In H. C. Goepfert (Hrsg.), *Sprachverhalten im Unterricht. Zur Kommunikation von Lehrer und Schüler in der Unterrichtssituation* (S. 36-114). München: Wilhelm Fink.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1979a). Handlungsmuster im Unterricht. In R. Mackensen & S. Felizitas (Hrsg.), *Soziologische Analysen: Referate aus den Veranstaltungen der Sektionen der Deutschen Gesellschaft für Soziologie und der ad-hoc-Gruppen beim 19. Deutschen Soziologentag* (S. 535-562). Berlin: Technische Universität.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1979b). Sprachliche Handlungsmuster. In H. Soeffner (Hrsg.), *Interpretative Verfahren in den Sozial- und Textwissenschaften* (S. 243-274). Stuttgart: Metzler.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1986). *Muster und Institution. Untersuchungen zur schulischen Kommunikation*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.

- Ekholm, M. (2007). *Veränderungen von einem Schulsystem. Schwedische Erfahrungen*. Abgerufen am 27. September 2014 von [http://www.rt-gemeinschaftsschule-berlin.de/userfiles/MatsEkholmBerlin\\_2007.pdf](http://www.rt-gemeinschaftsschule-berlin.de/userfiles/MatsEkholmBerlin_2007.pdf).
- Ellis, N. C. (1994). Introduction: Implicit and explicit language learning – An overview. In N. C. Ellis (Ed.), *Implicit and explicit learning of languages* (pp. 1-31). San Diego, CA: Academic Press.
- Elsässer, T. (2000). *Choreographien unterrichtlichen Lernens als Konzeptionsansatz für eine Berufsfelddidaktik*. Zollikofen: Schweizerisches Institut für Berufspädagogik.
- Emden, M. (2011). *Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens: Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*. Berlin: Logos.
- Erickson, F. (2006). Studying side by side: Collaborative action ethnography in educational research. In G. Spindler & L. Hammond (Eds.), *Innovations in educational ethnography: Theory, methods and results* (pp. 235-258). Mahwah, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model. *Journal of Education for Teaching: International research and pedagogy*, 15(1), 13-33.
- Esser, H. (2001). *Soziologie. Spezielle Grundlagen, Band VI: Sinn und Kultur*. Frankfurt am Main: Campus Verlag GmbH.
- Fay, M. E., Grove, N. P., Towns, M. H. & Bretz, S. L. (2007). A rubric to characterize inquiry in the undergraduate chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 212-219.
- Fensham, P. J. & Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 755-763.
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS: and sex and drugs and rock 'n' roll*. London: Sage.
- Firestone, J., Wong, S., Luft, J. A. & Fay, D. (2012). The nature of science or the nature of teachers: Beginning science teachers understanding of NOS. In M. Kline (Ed.), *Advances in the nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 189-206). New York: Springer.
- Fischer, H. E. (1998). Scientific Literacy und Physiklernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(2), 41-52.
- Fischer, H. E., Borowski, A., Kauertz, A. & Neumann, K. (2010). Fachdidaktische Unterrichtsforschung – Unterrichtsmodelle und die Analyse von Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 59-75.



- Fischer, H. E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R. & Wirth, J. (2003). Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 179-209.
- Fischer, T. (2008). Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien - Fallstudien zur Unterrichtspraxis. Berlin: Logos.
- Fischler, H. (2001). Verfahren zur Erfassung von Lehrer-Vorstellungen zum Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 7, 105-120.
- Fischler, H., Schröder, H.-J., Tonhäuser, C. & Zedler, P. (2002). Unterrichtsskripts und Lehrerexpertise: Bedingungen ihrer Modifikation. In M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* (S. 157-172). Weinheim: Beltz.
- Fletcher, J. M., Marks, A. D. G. & Hine, D. W. (2012). Latent profile analysis of working memory capacity and thinking styles in adults and adolescents. *Journal of Research in Personality*, 46, 40-48.
- Flick, L. B. (2008). *Triangulation. Eine Einführung*. Wiesbaden: VS.
- Flick, L. B. & Lederman, N. G. (2006). Introduction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. ix-xviii). Dordrecht: Springer.
- Fonteyn, M. E., Kuipers, B. & Grobe, S. J. (1993). A description of think aloud method and protocol analysis. *Qualitative Health Research*, 3(4), 430-441.
- Forbes, C.T., Lange, K., Möller, K., Biggers, M., Laux, M. & Zangori, L. (2014). Explanation-construction in 4th-grade classrooms in Germany and the United States: A cross-national comparative video study. *International Journal of Science Education*, 36(14), 2367-2390.
- Frahm, S., Goy, M., Kowalski, K., Sixt, M., Strietholt, R., Blatt, I., Bos, W. & Kanders, M. (2011). Transition and development from lower secondary to upper secondary school. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 14, 217-232.
- Fraser, B. J. (1980). Development and validation of a test of enquiry skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(1), 7-16.
- Fraser, B. J. & Fisher, D. L. (1982). Predicting students' outcomes from their perceptions of classroom psychological environment. *American Educational Research Journal*, 19(4), 498-518.
- Fraser, B. L. (1978). Development of a test of science-related attitudes. *Science Education*, 62(4), 509-515.
- Frey, A., Taskinen, P., Schütte, K., Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J. et al. (2009). *PISA 2006 Scales Manual - Documentation of Survey Results*. Münster: Waxmann.
- Funke, J. (2003). *Problemlösendes Denken*. Stuttgart: Kohlhammer.

- Funke, J. & Zumbach, J. (2006). Problemlösen. In H. Mandl & F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 206-220). Göttingen: Hogrefe.
- Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453-467.
- Gabel, D. L. & Bunce, D. M. (1994). Research on problem solving: Chemistry. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 301-326). New York: MacMillan.
- Galili, I. & Hazan, A. (2001). The effect of a history-based course in optics on students' views about science. *Science and Education*, 10, 7-32.
- Geipel, Y. (2013). *Handlungsmuster und Unterrichtsqualität: Eine vergleichende Videostudie in der Sekundarstufe I und II*. Berlin: Unveröffentlichte Masterarbeit.
- Gess-Newsome, J. (2002). The use and impact of explicit instruction about the nature of science and science inquiry in an elementary science methods course. *Science and Education*, 11(1), 55-67.
- Givvin, K. B., Hiebert, J., Jacobs, J. K., Hollingsworth, H. & Gallimore, R. (2005). Are there national patterns of teaching? Evidence from the TIMSS 1999 video study. *Comparative Education Review*, 49(3), 311-343.
- Goldman, R., Pea, R., Barron, B. & Denny, S. J. (2007). *Video research in the learning sciences*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goodman, J. (1988). Constructing a practical philosophy of teaching: A study of preservice teachers' professional perspectives. *Teaching and Teacher Education*, 4(2), 121-137.
- Gräber, W. (2002). „Scientific Literacy“ - Naturwissenschaftliche Bildung in der Diskussion. In P. Döbrich (Hrsg.), *Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 1-28). Frankfurt am Main: DIPF.
- Gräber, W. & Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy* (S. 7-20). Opladen: Leske + Budrich.
- Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Z. & Evans, R. (2002). *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Wiesbaden: VS.
- Gräber, W., Nentwig, P. & Nicolson, P. (2002). Scientific Literacy - von der Theorie zur Praxis. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 135-145). Opladen: Leske + Budrich.
- Granström, K. (2003). Arbetsformer och dynamik i klassrummet [Arbeitsformen und Dynamik im Unterricht]. In I. S. Selander (Ed.), *Kobran, nallen och majjen. Tradition och förnyelse i svensk skola och skolforskning* [Kobra, Teddy und Mai. Tradition und Innovation

in der schwedischen Schule und Schulforschung] (pp. 223-243). Stockholm: Myndigheten för Skolutveckling.

Groeben, N., Wahl, D., Schlee, J. & Scheele, B. (1988). *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts*. Tübingen: Francke.

Grube, C. (2011). *Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Untersuchung der Struktur und Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I*. Kassel: Universität Kassel. Gruber, H., Prenzel, M. & Schiefele, H. (2001). Spielräume für Veränderung durch Erziehung. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (S. 99-135). Weinheim: Beltz.

Günther, J., Grygier, P., Kircher, E., Sodian, B. & Thoermer, C. (2004). Studien zum Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 93-113). Münster: Waxmann.

Hagg, L. & Mischo, C. (2003). Besser unterrichten durch die Auseinandersetzung mit fremden Subjektiven Theorien? Effekte einer Trainingsstudie zum Thema Gruppenunterricht. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 35(1), 37-48.

Hall, R. (2000). Video recording as theory. In D. Lesh & A. Kelley (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 647-664). Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum.

Hall R. (2007). Strategies for video recording: fast, cheap, and (mostly) in control. In S. J. Derry (Ed.), *Guidelines for Video Research in Education* (pp. 4-14). Chicago: Data Research and Development Center.

Halloun, I. (2001). *Student views about science. A comparative study*. Beirut: Educational Research Center.

Hammann, M., Phan, T. H., Ehmer, M. & Bayrhuber, H. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *MNU*, 59(5), 292-299.

Hammann, M., Phan, T. H. & Bayrhuber, H. (2007). Experimentieren als Problemlösen: Lässt sich das SDDS-Modell nutzen, um unterschiedliche Dimensionen beim Experimentieren zu messen? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 10(8), 33-49.

Hanuscin, D. L., Lee, M. H. & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145-167.

Hart, C., Mulhall, P., Berry, M., Loughran, J. & Gunstone, R. (2000). 'What is the purpose of this prac? Or can students learn something from doing experiments?' *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 655-675.

Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Education*, 33(1), 47-63.

- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London & New York: Routledge.
- Havdala, R. & Ashkenazi, G. (2007). Coordination of theory and evidence: Effect of epistemological theories on students' laboratory practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1134-1159.
- Hayes, J. (1981). *The complete problem solver*. Philadelphia, Pennsylvania: The Franklin Institute Press.
- Heckhausen, H. (1976). Relevanz der Psychologie als Austausch zwischen naiver und wissenschaftlicher Verhaltenstheorie. *Psychologische Rundschau*, 27, 1-11.
- Heider, F. (1958). *The Psychology of Interpersonal Relations*. New York: John Wiley & Sons.
- Heitmann, P. & Tiemann, R. (2011). Aspekte von Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Qual der Wahl zwischen Käse und Analogkäse. *CHEMKON*, 18(3), 129-133.
- Hellberg, M. & Häggmark, I. (2007). *Erfarna lärares personliga kunskap [Persönliche Erfahrungen erfahrener Lehrkräfte]*. Göteborg: Göteborgs Universitet .
- Heller, K. A. & Perleth, C. (2000). Informationsquellen und Messinstrumente. In K. A. Heller (Hrsg.), *Begabungsdiagnostik in der Schul- und Erziehungsberatung* (S. 94-212). Bern: Verlag.
- Helmke, A. (2005). *Unterrichtsqualität - erfassen, bewerten, verbessern*. Seelze Velber: Kallmeyer.
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerpersönlichkeit - Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Kallmeyer.
- Helmke, A., Helmke, T. & Schrader, F.-W. (2007). Unterrichtsqualität: Brennpunkte und Perspektiven der Forschung. In T. Fleischer, N. Grewe, B. Jötten, K. Seifried & B. Sieland (Hrsg.), *Handbuch Schulpsychologie. Psychologie in der Schule* (S. 52-68). Stuttgart: Kohlhammer.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, 79(2), 171-212.
- Hertel, S., Hochweber, J., Steinert, B. & Klieme, E. (2010). Schulische Rahmenbedingungen und Lerngelegenheiten im Deutschunterricht. In E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel, W. Schneider & P. Stanat (Hrsg.), *PISA2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 113-151). Münster: Waxmann.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Bogard-Givvin, K., Hollingsworth, H., Jacobs, J. et al. (2003). *Teaching mathematics in seven countries: Results from the TIMSS 1999 video study*. Washington D.C.: U.S. Department of Education, National Center for Educational Statistics.

- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hof, S. & Mayer, J. (2008). Förderung von wissenschaftsmethodischen Kompetenzen durch Forschendes Lernen. Ein Vergleich zwischen direkter Instruktion und Guided-Scientific-Inquiry. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen, T. Riemeier & K. Niebert (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* 7 (S. 69-84). Hannover: Universitätsdruckerei Kassel.
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 378-405.
- Hofer, B. & Pintrich, P. (1997). The development of the epistemological theories: Beliefs about knowledge and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140.
- Hofheinz, V. (2008). *Erwerb von Wissen über "Nature of Science": eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht*. Siegen: Universität Siegen.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with the developments, implementation, and research. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 247-264.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (1982). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Hofstein, A. & Walberg, H. J. (1995). Instructional strategies. In B. J. Fraser & H. J. Walberg (Eds.), *Improving science education* (pp. 70-89). Chicago: National Society for the Study of Education.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Education*, 42(7), 791-806.
- Hogan, K. (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science. *Science Education*, 84(1), 51-70.
- Hogan, K. & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4, 275-288.
- Hosenfeld, I. (2002). *Kausalitätsüberzeugungen und Schülerleistungen*. Münster: Waxmann.
- Höttecke, D. (2001). Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der "Natur der Naturwissenschaften". *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 7, 7-23.

- Höttecke, D. & Rieß, F. (2007). Rekonstruktion der Vorstellungen von Physikstudierenden über die Natur der Naturwissenschaften - eine explorative Studie. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (PhyDid)*, 1(6), 1-14.
- Hugener, I. (2008). *Inszenierungsmuster im Unterricht und Lernqualität. Sichtstrukturen schweizerischen und deutschen Mathematikunterrichts in seiner Beziehung zur Schülerwahrnehmung und Lernleistung – eine Videoanalyse*. Münster: Waxmann.
- Hugener, I., Pauli, C. & Reusser, K. (2006). Videoanalysen. In I. Hugener, C. Pauli & K. Reusser (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie. "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis"* (S. 45-54). Frankfurt am Main: GFPF/DIPF.
- Hugener, I., Pauli, C. & Reusser, K. (2007). Inszenierungsmuster, kognitive Aktivierung und Leistung im Mathematikunterricht. Analysen aus der schweizerisch-deutschen Videostudie. In D. Lemmermöhle, M. Rothgangel, S. Bögeholz, M. Hasselhorn & R. Watermann (Hrsg.), *Professionell Lehren - Erfolgreich Lernen* (S. 109-121). Münster: Waxmann.
- Hugener, I., Pauli, C., Reusser, K., Lipowsky, F., Rakoczy, K. & Klieme, E. (2009). Teaching patterns and learning quality in Swiss and German mathematics lessons. *Learning and Instruction*, 19, 66-78.
- Hurd, P. D. (1997). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*, 82, 407-416.
- Institutet för språk och folkminnen [Institut für Sprache und Volkskunde]. (2014). *Klarspråkshistoria* [Geschichte der Hochsprache]. Abgerufen am 12. Oktober 2014 von <http://www.sprakochfolkminnen.se/sprak/klarsprak/att-arbeta-med-klarsprak/klarsprakshistoria.html>.
- Janík, T., Miková, M., Najvar, P. & Najvarová, V. (2006). Unterrichtsformen und -phasen im tschechischen Physikunterricht: Design und Ergebnisse der CPV Videostudie Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 219-238.
- Janík, T., Seidel, T. & Najvar, P. (2009). Introduction: On the power of video studies in investigating teaching and learning. In T. Janík & T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 7-19). Münster: Waxmann.
- Jatzwauk, P., Rumann, S. & Sandmann, A. (2009). Der Einfluss des Aufgabeneinsatzes im Biologieunterricht auf die Lernleistungen der Schüler – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 263-283.
- Johnson, R. B. & Onwuegbuzie, A. J. (2010). Mixed research. In R. B. Johnson & L. B. Christensen (Eds.), *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches* (pp. 439-459). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Joos, F. (2006). *Technische Verbrennung*. Berlin: Springer.

- Kagan, D. M. (1992). Implication of research on teacher beliefs. *Educational Psychologist*, 27(1), 65-90.
- Kallenbach, C. (1996). *Subjektive Theorien. Was Schülerinnen und Schüler über Fremdsprachenlernen denken*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Kallós, D. (1999). *Recent Changes in Swedish Teacher Education*. Umeå: Umeå Universitet.
- Kang, N.-H. & Wallace, C. S. (2005). Secondary science teachers' use of laboratory activities: Linking epistemological beliefs, goals, and practices. *Science Education*, 89(1), 140–165.
- Karlsson, I. & Smitt, M. (2001). The role of postgraduate studies and research in teacher education in Sweden. Umeå: Umeå Universitet.
- Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 135–153.
- Kelly, G. A. (1955). *The Psychology of Personal Constructs: A Theory of Personality*. New York: W. W. Norton & Company.
- Keuffer, J. (2010). Videofeedback - Ein Konzept für die Lehrerbildung mit Zukunft. In M. Trautmann & J. Sacher (Hrsg.), *Unterrichtsentwicklung durch Videofeedback. Besser kommunizieren lernen* (S. 187-200). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 470-496.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Kipnis, M. & Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 601-627.
- Kircher, E. & Dittmer, A. (2004). Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften – Ein Überblick. In C. Höhle, D. Höttecke & E. Kircher (Hrsg.), *Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften* (S. 1-22). Kronach: Schneider.
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2001). *Physikdidaktik – eine Einführung*. Berlin: Springer.
- Kjærnsli, M. & Lie, S. (2004). PISA and scientific literacy: similarities and differences between the Nordic countries. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 48(3), 271-286.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge: MIT.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.

- Klahr, D., Matlen, B. & Jirout, J. (2013). Children as scientific thinkers. In G. J. Feist & M. E. Gorman (Eds.), *Handbook of the psychology of science* (pp. 223-247). New York: Springer Publishing Company.
- Klautke, S. (1990). Für und wider das Experiment im Biologieunterricht. In W. Killermann, & L. Staeck (Hrsg.), *Methoden des Biologieunterrichts* (S. 70-83). Köln: Aulis.
- Klette, K. (2009). Challenges in strategies for complexity reduction in video studies. Experiences from the PISA+ study: A video study of teaching and learning in Norway. In T. Janík & T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 61-82). Münster: Waxmann.
- Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 765-773.
- Klieme, E. (1999). *Unterrichtsqualität und mathematisches Verständnis in verschiedenen Unterrichtskulturen. Projektantrag an die DFG*. Berlin: MPI für Bildungsforschung.
- Klieme, E., Artelt, C., Hartig, J., Jude, N., Köller, O., Prenzel, M. et al. (2010). *PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt*. Münster: Waxmann.
- Klieme, E., Eichler, W., Helmke, A., Lehmann, R. H., Nold, G., Rolff, H.-G. et al. (2006). *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Zentrale Befunde der Studie Deutsch-Englisch-Schülerleistungen-International (DESI)*. Frankfurt am Main: DIPF.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janík & T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 137-160). Münster: Waxmann.
- Klieme, K., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. et al. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Klopfer, L. & Cooley, W. (1961). *Test on understanding science*. Princeton, N. J.: Educational Testing Service.
- Klos, S., Henke, C., Kieren, C., Walpuski, M. & Sumfleth, E. (2008). Naturwissenschaftliches Experimentieren und chemisches Fachwissen - zwei verschiedene Kompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(3), 304-321.
- Knipping, C. (2003). Learning from comparing. A review and reflection on qualitative oriented comparisons of teaching and learning mathematics in different countries. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 35(6), 282-293.
- Knoblauch, H. (2000): Workplace Studies und Video. Zur Entwicklung der visuellen Ethnographie von Technologie und Arbeit. In I. Gotz & A. Wittel (Hrsg.), *Arbeitskulturen im Umbruch. Zur Ethnographie von Arbeit und Organisation* (S. 159-174). München: Waxmann.



- Knoblauch, H., Schnettler, B., Raab, J. & Soeffner, G. (2006). *Video analysis: Methodology and methods: Qualitative audiovisual data analysis in sociology*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Kobarg, M., Prenzel, M., Seidel, T., Walker, M., McCrae, B., Cresswell, J. et al. (2011). *An international comparison of science teaching and learning. Further results from PISA 2006*. Münster: Waxmann.
- Köller, O., Baumert, J., Cortina, K. S., Trautwein, U. & Watermann, R. (2004). Öffnung von Bildungswegen in der Sekundarstufe II und die Wahrung von Standards: Analysen am Beispiel der Englischleistungen von Oberstufenschülern an integrierten Gesamtschulen, beruflichen und allgemein bildenden Gymnasien. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50, 679-700.
- König, E. (1995). Qualitative Forschung subjektiver Theorien. In E. König & P. Zedler (Hrsg.), *Bilanz qualitativer Forschung. Band II: Methoden* (S. 11-29). Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Könnecke, R., Torabi, R. & Bednarczyk, D. (2000). *Die Stirling Maschine*. Abgerufen am 3. Mai 2014 von <http://www.torabi.de/physik/projektlabor/bin/PL%20268%20Stirling%20Maschine.pdf>.
- Koppelt, J. & Tiemann, R. (2010). Modellbasierte Analyse von Problemlöseprozessen im Chemieunterricht. In D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (S. 173-175). Münster: LIT-Verlag.
- Korth, W. W. (1969). *Test every senior project understanding of social aspects of science*. Paper presented at the meeting of the NARST, Pasadena, CA.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J. & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3/4), 313-350.
- Krammer, K. & Reusser, K. (2005). Unterrichtsvideos als Medium der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23(1), 35-50.
- Kremer, K. (2010). *Die Natur der Naturwissenschaften verstehen – Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I*. Kassel: Universitätsdruckerei Kassel.
- Kremer, K., Urhahne, D. & Mayer, J. (2007). Das Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften als Kompetenzdimension der Erkenntnisgewinnung. In H. Bayrhuber (Hrsg.), *Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften* (S. 47-51). Kassel: Universitätsdruckerei.
- Küçük, M. (2008). Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit-reflective teaching in a science, technology and society course. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(2), 16-40.

- Kuhn, D., Schauble, L. & Garcia-Mila, M. (1992). Cross-domain development of scientific reasoning. *Cognition and Instruction*, 9(4), 285-327.
- Kühne, B. (2005). *Das schwedische Schulsystem*. Abgerufen am 27. September 2010 von <http://vxu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:205656>.
- Kultusministerkonferenz. (2005a). *Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz. Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung*. München/Neuwied: Luchterhand.
- Kultusministerkonferenz. (2005b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. Beschluss vom 16.12.2004. München, Neuwied: Wolters-Kluwer, Luchterhand Verlag.
- Kungliga Skolöverstyrelsen [Königliche Schulsteuerung] (1955). Undervisningsplan för rikets folkskolor [Unterrichtsplan für die Volksschule des Reiches]. Göteborg: Göteborg Universitet.
- Kunter, M. & Baumert, J. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469-520.
- Labetzki, T. (2011). „Scientific Inquiry“ im Chemieunterricht - Entwicklung und Evaluation eines Videokategoriensystems zum Prozess der Erkenntnisgewinnung. Berlin: Unveröffentlichte Masterarbeit.
- Labudde, P. & Duit, R. (2007). Zum Design einer bi-nationalen Videostudie im Physikunterricht. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich* (S. 631-633). Berlin: Lit.
- Labudde, P. & Möller, K. (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, 11-36.
- Lambiotte, J. G., Dansereau, D. F., O'Donnell, A. M., Young, M. D., Skaggs, L. P. & Hall, R. H. (1988). Effects of cooperative script manipulations on initial learning and transfer. *Cognition and Instruction*, 103-121.
- Landis J. & Koch G. (1977). Measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- Laucken, U. (1974). *Naive Verhaltenstheorien*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Laux, M., Möller, K. & Lange, K. (2013). Schulstufenspezifische Unterschiede bzgl. der Implementierung von praktischen Aktivitäten im naturwissenschaftlichen Unterricht. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Hannover 2012 (S. 692-694). Kiel: IPN.
- Lavonen, J., Angell, C., Byrmen, R., Henriksen, E. K. & Koponen, I. T. (2007). Social interaction in upper secondary physics classrooms in Finland and Norway: A survey of students' expectations. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 51(1), 81-101.

- Leder, G. C., Pehkonen, E. & Törner, G. (2002). *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Kim, B. S. & Ko, E. K. (2012). Teaching and learning of nature of science and scientific inquiry: Building capacity through systematic research-based professional development. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 125-152). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 301-317). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 831-879). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers.
- Lederman, N. G. & Zeidler, D. L. (1986). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(5), 721-734.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., Wade, P. D. & Bell, R. L. (1998). Assessing the nature of science: What is the nature of our assessments? *Science and Education*, 7(6), 595-615.
- Lemke, J. (2000). Across the scales of time: Artifacts, activities, and meanings in ecosocial systems. *Mind, Culture and Activity*, 7(4), 273-290.
- Lesh, R. A. & Lehrer, R. (2000). Iterative refinement cycles of videotape analyses of conceptual change. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 665-708). Mahwah: LEA.
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M. et al. (2006). *Student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI): Revision and further validation of an assessment instrument*. Abgerufen am 27. Juni 2013 von [http://www.gb.nrao.edu/~sheather/For\\_Sarah/lit%20on%20nature%20of%20science/SUSSI.pdf](http://www.gb.nrao.edu/~sheather/For_Sarah/lit%20on%20nature%20of%20science/SUSSI.pdf).
- Lilliefors, H. W. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov tests for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 62, 399-402.

- Liu, X. (2010). *Using and Developing Measurement Instruments in Science Education. A Rasch Modeling Approach*. Charlotte, N.C.: Information Age Publishing.
- Lo, Y., Mendell, N. R. & Rubin, D. B. (2001). Testing the number of components in a normal mixture. *Biometrika*, 88, 767-778.
- Lotter, C., Singer, J. & Godley, J. (2009). The influence of repeated teaching and reflection on preservice teachers' views of inquiry and nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 553-582.
- Lpo 94. (1994). Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet Lpo 94 [Lehrplan für das obligatorische Schulwesen, Vorschulklassen und Freizeitheime]. Stockholm: Skolverket.
- Luft, J. A., Roehrig, G. H. & Patterson, N. C. (2003). Contrasting landscapes: A comparison of the impact of different induction programs on beginning secondary science teachers' practices, beliefs, and experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 77-97.
- Lundahl, L. & Sander, T. (1998). *Einleitung: Deutschland und Schweden - zwei unterschiedliche Berufsbildungssysteme?* Abgerufen am 18. Juni 2014 von [http://tntee.umu.se/publications/ger/Lundahl-Sander\\_ger.pdf](http://tntee.umu.se/publications/ger/Lundahl-Sander_ger.pdf).
- Lunetta V., N., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In N. G. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 393-441). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In K. Tobin & B. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 249-262). Dordrecht: Kluwer.
- Lutz, B. & Bader, H. J. (2003). *Naturwissenschaftliches Arbeiten*. Abgerufen am 10. Mai 2013 von [http://www.sinus-bayern.de/userfiles/3\\_Nat\\_Arbeiten/Nat\\_Arbeiten.pdf](http://www.sinus-bayern.de/userfiles/3_Nat_Arbeiten/Nat_Arbeiten.pdf).
- Maienschein, J. (1998). Scientific Literacy. *Science*, 281, p. 917.
- Maiseyenko, V., Nawrath, D. & Schecker, H. (2011). Modellbasierte Diagnose und Förderung experimenteller Kompetenz. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie* (S. 507-509). Münster: LIT.
- Mandl, H. & Huber, G. L. (1983). Subjektive Theorien von Lehrern. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 30, 98-112.
- Mandler, J. M. (1984). *Stories, scripts and scenes: Aspektes of schema theory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mangold, S. (2012). *Evidenzbasiertes Arbeiten in der Physio- und Ergotherapie*. Berlin: Springer.

- Markic, S. & Eilks, I. (2011). Die Veränderung fachbezogener Vorstellungen angehender Chemielehrkräfte über Unterricht während der Ausbildung - eine Cross-Level Studie. *CHEMKON*, 18(1), 14-18.
- Markic, S., Eilks, I., van Driel, J. H. & Ralle, B. (2009). Vorstellungen deutscher Chemielehrkräfte über die Bedeutung und Ausrichtung des Chemielernens. *CHEMKON*, 16(2), 90-95.
- Marsh, H.W., Lüdtke, O., Trautwein, U. & Morin, A. J. S. (2009). Classical latent profile analysis of academic self-concept dimensions: Synergy of person- and variable-centered approaches to theoretical models of self-concept. *Structural Equation Modeling*, 16, 191-225.
- Martin-Dunlop, C. S. (2013). Prospective elementary teachers' understanding of the nature of science and perceptions of the classroom learning environment. *Research in Science Education*, 43(3), 873-893.
- Marton, F. & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning II: Outcomes as a function of the learner's conceptions of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 115-127.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research* (pp. 3-26). Dordrecht: Springer.
- Mayer, J. (2004a). *Naturwissenschaftliche Methodenkompetenz und Bildungsstandards*. Abgerufen am 9. Mai 2013 von [http://geonext.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/Mayer\\_Skript.pdf](http://geonext.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/Mayer_Skript.pdf).
- Mayer, J. (2004b). Qualitätsentwicklung im Biologieunterricht. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 57(2), 92-99.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 177-186). Berlin/Heidelberg: Springer.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science and Education*, 17, 249-263.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (2002). The Role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (pp. 3-39). New York: Kluwer Academic Publishers.
- McDonald, C. V. (2010). The Influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.
- McGrath, R. E. & Meyer, G. J. (2006). When effect sizes disagree: The case of r and d. *Psychological Methods*, 11, 386-401.

- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J. & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- Mead, M. & Métraux, R. (1957). Image of the scientist among high-school students. A pilot study. *Science*, 126, 384-390.
- Meinig, U. (2013). Geschichte der Benzin-Direkteinspritzung. In R. van Basshuysen (Hrsg.), *Ottomotor mit Direkteinspritzung. Verfahren, Systeme, Entwicklung, Potenzial* (S. 3-27). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82, 197-214.
- Melle, I., Parchmann, I. & Sumfleth, E. (2004). Kerncurriculum Chemie – Ziele, Rahmenbedingungen und Ansatzpunkte. In H.-E. Tenorth (Hrsg.), *Kerncurriculum Oberstufe* (S. 85-147). Weinheim: Beltz - Verlag.
- Merz, E. L. & Roesch, S. C. (2011). A latent profile analysis of the Five Factor Model of personality: Modeling trait interactions. *Personality and Individual Differences*, 51, 915-919.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50, 741-749.
- Meyer, H. (1988a). *Unterrichtsmethoden I: Theorieband*. Frankfurt am Main: Cornelsen Scriptor.
- Meyer, H. (1988b). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband*. Frankfurt am Main: Cornelsen Scriptor.
- Millar, R. (1996). Designing a Curriculum for Public Understanding of Science. *Education in Science*, 9(2), 8-10.
- Millar, R. & Wynne, B. (1988). Public understanding of science: From contents to processes. *International Journal of Science Education*, 10(4), 388-398.
- Miller, M. C., Montplaisir, L. M., Offerdahl, E. G., Cheng, F.-C. & Ketterling, G. L. (2010). Comparison of views of the nature of science between natural science and nonscience majors. *CBE-Life Sciences Education*, 9, 45-54.
- Miller, P. E. (1963). A comparison of the abilities of secondary teachers and students of biology to understand science. *Iowa Academy of Science*, 70, 510-513.
- Ministerrat der Deutschen Demokratischen Republik. (1961). *Der Lehrplan der zehnklassigen allgemeinbildenden Oberschule vom 15.06.1961*. Berlin: Ministerium für Volksbildung.

- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction — what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Minsky, M. (1975). A Framework for Representing Knowledge. In P. H. Winston (Ed.), *The Psychology of Computer Vision* (S. 211-277). New York: McGraw-Hill.
- Mittenecker, E. (1987). *Video in der Psychologie*. Bern: Huber.
- Möller, K. (2006). *Lehrerbildung – die (Un)Vollendete? Deutschland und Schweden im Vergleich*. Hamburg: Krämer.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.) (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Berlin: Springer.
- Moosbrugger, H. & Schermelleh-Engel, K. (2006). Faktorenanalyse. In F. Petermann & M. Eid (Hrsg.), *Handbuch der Psychologischen Diagnostik* (S. 420-433). Göttingen: Hogrefe.
- Morrison, J. A., Raab, F. & Ingram, D. (2009). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 384-403.
- Muthén, B. O. & Muthén, L. K. (2010). *Mplus 6* [Computer software]. Los Angeles: Muthén & Muthén.
- Najvar, P., Najvarová, V. & Janík, T. (2009). Lesson structure in different school subjects in the Czech Republic. *Orbis Scholae*, 3(2), 113-127.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts, and core ideas*. Washington D.C.: National Academy.
- Neber, H. & Anton, M. A. (2008). Förderung präexperimenteller epistemischer Aktivitäten im Chemieunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(2), 143-150.
- Nehring, A. (2014). *Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung*. Berlin: Logos.
- Nehring, A., Nowak, K. H., Upmeyer zu Belzen, A. & Tiemann, R. (2013). "VerE-Studie" - Modellbasierte Erfassung von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung der Fächer Chemie und Biologie. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen* Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Hannover 2012 (S. 65-67). Kiel: IPN.

- Nehring, A., Nowak, K., Upmeyer zu Belzen, A. & Tiemann, R. (2012). Doing inquiry in chemistry and biology. The context's influence on the students' cognitive load. *La Chimica nella Scuola XXXIV-3*, 253-258.
- Nentwig, P., Roennebeck, S., Schoeps, K., Rumann, S. & Carstensen, C. (2009). Performance and levels of contextualization in a selection of OECD countries in PISA 2006. *Journal of Research in Science Education*, 46(8), 897–908.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19(4), 317-328.
- Nett, U. E., Goetz, T. & Daniels, L. M. (2010). What to do when feeling bored? Students' strategies for coping with boredom. *Learning and Individual Differences*, 20, 626-638.
- Neumann, I. (2011). *Beyond physics content knowledge. Modeling competence regarding nature of scientific inquiry and nature of scientific knowledge*. Berlin: Logos.
- Neumann, I. & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen – Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 211-234.
- Neumann, I., Neumann, K. & Nehm, R. (2011). Evaluating instrument quality in science education: Rasch-based analyses of a nature of science test. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1373-1405.
- Neuenschwander, M. & Malti, T. (2009). Selektionsprozesse beim Übergang in die Sekundarstufe I und II. In *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 12(2), 216-232.
- Nguyen, T. & Pfeleiderer, M. (2012). Über die Erfolgsfaktoren der Bildungs- und Schulpolitik - Ein internationaler empirischer Vergleich. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 35(4), 27-34.
- Njoo, M. & De Jong, T. (1993). Exploratory learning with a computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support. *Journal of Research in Science Education*, 30(8), 821-844.
- Noldus, L. P. (1991). The Observer: A software system for collection and analysis of observational data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 23, 415-429.
- O'Keefe, C., Xu, L. H. & Clarke, D. (2006). Kikan-Shido: Between Desks Instruction. Chapter 4. In D. J. Clarke, J. Emanuelsson, E. Jablonka & I. A. H. Mok (Eds), *Making Connections: Comparing Mathematics Classrooms Around the World* (pp. 73-106). Rotterdam: Sense Publishers.
- OECD (2011). *Bildung auf einen Blick 2011–OECD-Indikatoren*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Oelkers, J. & Reusser, K. (2008). *Expertise: Qualität entwickeln - Standards sichern - mit Differenzen umgehen*. Berlin: BMBF.



- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Oser, F. & Baeriswyl, F. (2001). Choreographies of teaching: bridging instruction to learning. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (pp. 1031-1065). Washington: American Educational Research Association.
- Oser, F. & Patry, J.-L. (1990). Choreographien unterrichtlichen Lernens. Basismodelle des Unterrichts. *Berichte zur Erziehungswissenschaft Nr. 89*. Freiburg: Universität Freiburg.
- Oser, F. & Sarasin, S. (1995). *Basismodelle der Unterrichts: Von der Sequenzierung als Lernerleichterung*. Potsdam: Universität Potsdam.
- Oser, F., Patry, J.-L., Elsässer, T., Sarasin, S. & Wagner, B. (1997). *Choreographien unterrichtlichen Lernens - Schlussbericht an den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung*. Freiburg (CH): Pädagogisches Institut der Universität Freiburg.
- Ozel, M. & Luft, J. (2011, September). *Understanding beginning teachers' conceptions of inquiry based teaching*. Presentation at conference of “European Science Education Research Association”.
- Pajares, F. M. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (Hrsg.). (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Pastor, D. A., Barron, K. E., Miller, B. J. & Davis, S. L. (2007). A latent profile analysis of college students' achievement goal orientation. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 8-47.
- Patry, J.-L. & Oser, F. (1994). Untersuchungen zu den Basismodellen des Unterrichts: Erste Ergebnisse. In R. Olechowski & B. Rollett (Hrsg.), *Theorie und Praxis. Aspekte empirisch-pädagogischer Forschung* (S. 147-154). Bern: Lang.
- Pauli, C. & Reusser, K. (2003). Unterrichtsskripts im schweizerischen und deutschen Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 3, 238-272.
- Pauli, C. & Reusser, K. (2006). Von international vergleichenden Video Surveys zur videobasierten Unterrichtsforschung und -entwicklung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 774-798.
- Penner, D. E. & Klahr, D. (1996). When to trust the data: Further investigations of system error in a scientific reasoning task. *Memory & Cognition*, 24(5), 655-668.

- Peters, E. E. (2012). Developing content knowledge in students through explicit teaching of the nature of science: Influences of goal setting and self-monitoring. *Science and Education*, 21(6), 881–898.
- Petko, D. (2006). Kameraskript. In E. Klieme, C. Pauli & K. Reusser (Hrsg.). *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis". Materialien zur Bildungsforschung, Band 15*. Frankfurt am Main: GFPF.
- Petko, D., Waldis, M., Pauli, C. & Reusser, K. (2003). Methodologische Überlegungen zur videogestützten Forschung in der Mathematikdidaktik. Ansätze der TIMSS 1999 Video Studie und ihrer schweizerischen Erweiterung. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 35(6), 265-280.
- Pfeifer, P., Lutz, B. & Bader, H. J. (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg.
- Pickering, M. & Monts, D. L. (1982). How students reconcile discordant data. A study of lab report discussions. *Journal of Chemical Education*, 59(9), 794-796.
- Pitton, A. & Sumfleth, E. (1998). Sprachliche Kommunikation im Chemieunterricht: Schülervorstellungen und ihre Bedeutung im Unterrichtsalltag. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(2), 4-20.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77(3), 261-278.
- Popper, K. (1935). "Induktionslogik" und "Hypothesenwahrscheinlichkeit". *Erkenntnis*, 5(1), 170-172.
- Posada, D. & Buckley, T. R. (2004). Model selection and model averaging in phylogenetics: Advantages of Akaike Information Criterion and Bayesian approaches over Likelihood Ratio Tests. *Systematic Biology*, 53(5), 793-808.
- Prenzel, M., Seidel, T., Lehrke, M., Rimmele, R., Duit, R., Euler, M. et al. (2002). Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht - eine Videostudie. In M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* (S. 139-156). Weinheim: Beltz.
- Priemer, B. (2003). Ein diagnostischer Test zu Schüleransichten über Physik und Lernen von Physik - eine deutsche Version des Tests „Views About Science Survey“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 160-178.
- Priemer, B. (2006). Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 159-175.

- Puhlmann, M. & Tiemann, R. (2009). Handlungsmuster und Problemlösen: Eine vergleichende Videostudie zwischen Nordrhein-Westfalen und Sachsen. In D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Dresden 2009 (S. 434-436). Münster: LIT.
- Rakowski, S. (2009). Brennstoffe. In G. P. Merker & C. Schwarz (Hrsg.), *Grundlagen Verbrennungsmotoren. Simulation der Gemischbildung, Verbrennung, Schadstoffbildung und Aufladung* (S. 115-125). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Regeringskansliet [Regierungskanzlei]. (1985). Skollag (1985:1100) [Schulgesetz (1985:1100)]. Stockholm: Regeringskansliet.
- Regeringskansliet [Regierungskanzlei]. 2009. Språk för alla – förslag till språklag [Sprache für alle – Vorschlag zum Sprachgesetz]. Stockholm: Regeringskansliet.
- Regeringskansliet [Regierungskanzlei]. (2010). Skollag [Schulgesetz] (2010:800). Abgerufen am 23. September 2014 von [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Skollag-2010800\\_sfs-2010-800/?bet=2010:800#K20](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Skollag-2010800_sfs-2010-800/?bet=2010:800#K20).
- Reichert, J. & Englert, C. J. (2011). *Einführung in die qualitative Videoanalyse. Eine hermeneutisch-wissenssoziologische Fallanalyse*. Wiesbaden: VS.
- Reuschenbach, D. (2009). Nichtparametrische Testverfahren. In Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A. & Wolf, J. (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (S. 501-520). Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Reusser, K. & Pauli, C. (2003). *Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie*. Zürich: Universität Zürich.
- Reyer, T. (2004). *Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht*. Berlin: Logos-Verlag.
- Rieder, A. (2003). Implicit and explicit learning in incidental vocabulary acquisition. *Vienna Working Papers*, 12, 24-39.
- Rimmele, R. (2008). *Videograph®* (Version 4.1.4.1.X3 für Windows).
- Rippl, S. & Seipel, C. (2008). *Methoden kulturvergleichender Sozialforschung – eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. In S. K. Abell & N. G. Ledermann (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 729-780). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Roschelle, J. (2000). Choosing and using video equipment for data collection. In A. E. Kelly, & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 709-729). Mahwah, N.J.: Erlbaum.

- Rosenshine, B. (1970). Evaluation of instruction. *Review of Educational Research*, 40, 279-300.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Rost, J., Walter, O., Carstensen, C. H., Senkbeil, M. & Prenzel, M. (2004). Naturwissenschaftliche Kompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand et al. (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 111-146). Münster: Waxmann.
- Roth, K. J. (2009). Using video studies to compare and understand science teaching: Results from the TIMSS video study of 8th grade science teaching. In T. Janik & T. Seidel (Eds.), *The power of studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 23-37). Münster: Waxmann.
- Roth, K. J., Druker, S. L., Garnier, H., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T. et al. (2006). *Teaching science in five countries: Results from the TIMSS 1999 video study*. Washington, DC: Government Printing Office.
- Roth, W.-M. & Bowen, M. (1995). Knowing and interacting: A study of culture, practices, and resources in a grade 8 open-inquiry science classroom guided by a cognitive apprenticeship metaphor. *Cognition and Instruction*, 13(1), 73-128.
- Rubba, P. A., Homer, J. K. & Smith, J. M. (1981). A study of two misconceptions about the nature of science among junior high school students. *School Science and Mathematics*, 81(3), 221-226.
- Rubin, A. & Babbie, E. R. (2010). *Essential Research Methods for Social Work*. New York: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Sandoval, W. A. & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372.
- Schank, R. C. & Abelson, R. P. (1975). *Scripts, Plans, and Knowledge*. Ne Haven: Yale University.
- Schank, R. C. & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding: an inquiry into human knowledge structures*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples), *Biometrika*, 52, 591-611.
- Scharmann, L. C., Smith, M. U., James, M. C. & Jensen, M. (2005). Explicit reflective nature of science instruction: Evolution, Intelligent Design, and Umbrellaology. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 27-41.

- Schauble, L., Klopfer, L. & Raghavan, K. (1991). Student's transition from an engineering model to a science model of experimentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 859-882.
- Scheele, B. & Groeben, N. (1988). Die Binnenstruktur Subjektiver Theorien. In N. Groeben, D. Wahl, J. Schlee & B. Scheele (Hrsg.), *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts* (S. 47-70). Tübingen: Francken.
- Scherer, R. (2012). *Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*. Berlin: Logos.
- Schiepe-Tiska, A., Schöps, K., Rönnebeck, S., Köller, O. & Prenzel, M. (2013). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2012: Ergebnisse und Herausforderungen. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 189-216). Münster: Waxmann.
- Schlee, J. (1988). Menschenbildannahmen: vom Verhalten zum Handeln. In N. Groeben, D. Wahl, S. Jörg & B. Scheele (Hrsg.), *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts* (S. 11-17). Tübingen: Francke.
- Schluß, H. & Jehle, M. (Hrsg.) (2013). *Videodokumentation von Unterricht - Historische und vergleichende Zugänge zu einer Quellengattung der Unterrichtsforschung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Schmidt, H.-J. (2009). Schulinspektion in Schweden. *Chemkon*, 16, 75-76.
- Schmidt, W. H. (1996). *Characterizing pedagogical flow. An investigation of mathematics and science teaching in six countries*. Dordrecht: Kluwer.
- Schnabel, K. U. & Schwippert, K. (2000). Schichtenspezifische Einflüsse am Übergang auf die Sekundarstufe II. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III - Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie - Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Bd. 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit* (S. 261-281). Opladen: Leske + Budrich.
- Schneider, W., Schlagmüller, M. & Ennemoser, M. (2007). *LGVT 6-12 - Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest für die Klassen 6-12. Kurznachweis*. Göttingen: Hogrefe.
- Schneider, S. L. & Tieben, N. (2011). A healthy sorting machine? Social inequality in the transition to upper secondary education in Germany. *Oxford Review of Education*, 37(2), 139-166.
- Schnettler, B. & Knoblauch, H. (2009). Videoanalyse. In S. Kühl, P. Strodtholz & A. Taftfertshofer (Hrsg.), *Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und Qualitative Methoden* (S. 272-297). Wiesbaden: VS.

- Schreiber, N., Theysen, H. & Schecker, H. (2009). Experimentelle Kompetenz messen? *Deutsche Physikalische Gesellschaft, Vorträge auf der Frühjahrstagung Bochum 2009*, 1-9.
- Schreier, M. & Odag, Ö. (2010). Mixed Methods. In G.Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 263-277). Wiesbaden: VS.
- Schröder, W. (2010). Der Einfluss epistemologischer Überzeugungen auf die Wahl der Unterrichtsmethoden von Lehrerinnen und Lehrern. In S. Behrends, A. Bloemen, B. Mokwinski & W. Schröder (Hrsg.), *Wissen und Wissenserwerb. Chancen in der Wirtschaftskrise* (S. 136-156). Oldenburg: BIS-Verlag.
- Schroedter, S. & Körner, H. D. (2013). Kognitive Prozesse bei der Beobachtung von Experimentaldaten. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik* (S. 77-79). Kiel: IPN.
- Schulz, A. (2011). *Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. Eine Videostudie*. Berlin: Logos.
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as inquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Eds.), *The Teaching of Science* (pp. 3-103). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schwartz, R. (2012). The Nature of Scientists' Nature of Science Views. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research* (pp. 153-188). Dordrecht: Springer.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry. Abgerufen am 24. Juni 2013 von <http://homepages.wmich.edu/~rschwartz/docs/VOSInarst08.pdf>.
- Schwartz, R. S., Westerlund, J. F., García, D. M. & Taylor, T. A. (2010). The impact of full immersion scientific research experiences on teachers' views of the nature of science. *Electronic Journal of Science Education*, 14(1), 1-40.
- Schwedisches Institut. (2002). *Tatsachen über Schweden*. Abgerufen am 27. September 2010 von [http://www.sweden.se/upload/Sweden\\_se/german/factsheets/SI/Die\\_schwedische\\_Grundschule\\_TS39s.pdf](http://www.sweden.se/upload/Sweden_se/german/factsheets/SI/Die_schwedische_Grundschule_TS39s.pdf).
- Schwinger, M., Steinmayr, R. & Spinath, B. (2012). Not all roads lead to Rome - Comparing different types of motivational regulation profiles. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 269-279.
- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht. Freiräume und Einschränkungen für kognitive Lernprozesse - eine Videostudie im Physikunterricht*. Münster: Waxmann.

- Seidel, T. (2005). Video analysis strategies of the IPN Video Study - a methodological overview. In T. Seidel, M. Prenzel & M. Kobarg (Hrsg.), *How to run a video study. Technical report of the IPN Video Study* (S. 70-78). Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Blomberg, G. & Stürmer, K. (2010). „Observer“ – Validierung eines videobasierenden Instruments zur Erfassung der professionellen Wahrnehmung von Unterricht. Projekt OBSERVE. In E. Klieme, D. Leutner & M. Kenk (Hrsg.), *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes* (S. 296-306). Weinheim, Basel: Beltz.
- Seidel, T., Dalehefte, I. M., Lehrke, M. & Trepke, C. (2003). Lehrerkurzfragebogen. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"* (S. 309-316). Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Seidel, T., Dalehefte, I. M. & Meyer, L. (2003). Aufzeichnen von Physikunterricht. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"* (S. 47-75). Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2004). Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 177-194). Münster: Waxmann.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2006). Stability of teaching patterns in physics instruction: Findings from a video study. *Learning and Instruction*, 16, 228-240.
- Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann, L. et al. (2002). "Jetzt bitte alle nach vorn schauen!" – Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 52-77.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmele, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M. et al. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 799-821.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmele, R., Schwindt, K., Kobarg, M., Herweg, C. et al. (2006). Unterrichtsmuster und ihre Wirkung. Eine Videostudie im Physikunterricht. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 100-124). Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M., Schwindt, K., Rimmele, R., Kobarg, M. & Dalehefte, I. M. (2009). The link between teaching and learning - investigating effects of physics teaching on student learning in the context of the IPN video study. In T. Janik & T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 83-102). Münster: Waxmann.

- Seidel, T., Rimmele, R. & Dalehefte, I. M. (2003). Skalendokumentation: Schülerfragebogen. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"* (S. 317-388). Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Seidel, T., Schwindt, K., Rimmele, R. & Prenzel, M. (2008). Konstruktivistische Überzeugungen von Lehrpersonen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 10(9), 259-276.
- Seidel, T. & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454-499.
- Seifert, C. M., Abelson, R. P., McKoon, G. & Ratcliff, R. (1986). Memory connections between thematically similar episodes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12(2), 220-231.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (2006). Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I. Chemie. Berlin: SenBJS.
- Shamos, M. H. (2002). Durch Prozesse ein Bewusstsein für die Naturwissenschaften entwickeln. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (pp. 45-68). Opladen: Leske + Budrich.
- Sherin, M. G. (2004). New perspectives on the role of video on teacher education. In J. Brophy (Ed.), *Using video in teacher education* (pp. 1-27). Amsterdam u.a.: Elsevier.
- Short, K. E. (1996). Does inquiry make a difference? Examining our beliefs about curriculum. In K. E. Short (Ed.), *Learning together through inquiry: From Columbus to integrated curriculum* (pp. 1-23). York, Me: Stenhouse Publishers.
- Shute, V. & Glaser, R. (1990). A large-scale evaluation of an intelligent discovery world: Smithtown. *Interactive Learning Environments*, 1, 51-77.
- Simon, H. A. (1977). *Models of discovery*. Dordrecht: D. Reidel.
- Simon, H. A. & Lea, G. (1974). Problem solving and rule induction: A unified view. In L. W. Gregg (Ed.), *Knowledge and cognition* (pp. 105-127). Hilldale, NJ: Erlbaum.
- Skolverket. (2004). *PISA 2003*. Stockholm, Skolverket.
- Skolverket. (2007). *PISA 2006. 15-åringars förmåga att förstå, tolka och reflektera – naturvetenskap, matematik och läsförståelse. Resultaten i koncentration* [PISA 2006. Die Kompetenz 15-Jähriger zum Verstehen, Untersuchen und Reflektieren. Zusammenfassung]. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2008). *Vad händer i NO-undervisningen* [Was passiert im Naturwissenschaftsunterricht]?. Stockholm: Skolverket.



- Skolverket. (2010). *Rustad att möta framtiden? PISA 2009 om 15-åringars läsförståelse och kunskaper i matematik och naturvetenskap. Resultaten i koncentrat* [Für die Zukunft gerüstet? PISA 2009 das Leseverständnis und Kompetenzen in Mathematik und Naturwissenschaften. Zusammenfassung der Ergebnisse] Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2011). *Kursplan i Kemi* [Kursplan für das Fach Chemie (Grundschule)]. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2013a). *Betygsdokument Grundskoleutbildning* [Bewertungsdokument für die Grundschulausbildung]. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2013b). *Nationella prov* [Nationale Probe]. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2013c). *PISA 2012. 15-åringars kunskaper i matematik, läsförståelse och naturvetenskap* [Die Fähigkeiten von 15-Jährigen in Mathematik, Leseverständnis und Naturwissenschaften]. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2014). *Läroplan ämne kemi* [Kursplan für das Fach Chemie (Gymnasium)]. Stockholm: Skolverket.
- Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C. & Hennessey, G. (2000). Sixth-grade students' epistemologies of science: The impact of school science experiences on epistemological development. *Cognition and Instruction*, 349-422.
- Smith, M. U. & Scharmann, L. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 83(4), 493-509.
- Sodian, B., Zaitchick, D. & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, 753-766.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- Solomon, J., Duveen, J., & Scot, L. (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 409-421.
- Statens Offentliga Utredningar. (1999). *Att lära och leda. En lärarutbildning för samverkan och utveckling. Lärarutbildningskommitténs slutbetänkande* [Lehren und Regieren. Die Lehrerausbildung für Kooperation und Entwicklung. Schlussbereich des Lehrerausbildungskomitees]. Stockholm: Statens Offentliga Utredningar.
- Spada, H. (1992). *Lehrbuch Allgemeine Psychologie*. Bern/Göttingen/Toronto/Seattle: Hans Huber.
- Spicher (2009). Kraftstoffverbrauch. In R. van Basshuysen (Hrsg.), *Ottomotor mit Direkteinspritzung. Verfahren, Systeme, Entwicklung, Potenzial* (S. 189-204). Wiesbaden: Springer Vieweg.

- Spicher, U., Heidenreich, T. & Xander, B. (2006). Gemischbildungs- und Verbrennungsverfahren. In R. van Basshuysen (Hrsg.), *Ottomotor mit Direkteinspritzung. Verfahren, Systeme, Entwicklung, Potenzial* (S. 29-116). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Stecher, B. M. & Klein, S. P. (1997). The cost of science performance assessments in large-scale testing programs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 19(1), 1-14.
- Steffensky, M., Parchmann, I. & Schmidt, S. (2005). "Die Teilchen saugen das Aroma aus dem Tee" – Beispiele und Erklärungsansätze für Missverständnisse zwischen Alltagsvorstellungen und chemischen Erklärungskonzepten. *Chemie in unserer Zeit*, 39(4), 274-278.
- Stierstadt, K. (2010). *Thermodynamik. Von der Mikrophysik zur Makrophysik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1998). Teaching is a cultural activity. *American Educator*, 1-11.
- Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free Press.
- Stigler, J. W., Gallimore, R. & Hiebert, J. (2000). Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: Examples and lessons from the TIMSS video studies. *Educational Psychologist*, 35(2), 87-100.
- Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanka, T., Knoll, S. & Serrano, A. (1999). The TIMSS-videotape classroom study. Methods and findings from an explanatory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan and the United States. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.
- Stodolsky, S. S., Salk, S. & Glaessner, B. (1991). Student views about learning math and social studies. *American Educational Research Journal*, 28(1), 89-116.
- Sumfleth, Elke (1992). Schülervorstellungen im Chemieunterricht, *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 45(7), 410-414.
- Sumfleth, E., Rumann, S. & Nicolai, N. (2004). Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht – Gemeinsames Arbeiten in kleinen Gruppen und mit Eltern. *Essener Unikate, Band 24*, 74–85.
- Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions - prevention, diagnosis and cure. Volume I: theoretical background*. London: RSoC.
- Tallarida R. & Murray, R. (1987). *Manual of pharmacological calculation with computer programs*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Tanaka, J. S. (1987). "How big is big enough?": Sample size and goodness of fit in structural equation models with latent variables. *Child Development*, 58, 134-146.
- Tesch, M. (2005). *Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Berlin: Logos.

- Tiemann, R. & Bley, S. (2011). *Fostering transfer of learning in 9th grade chemistry lessons using the scientific method as an example*. National Association of Research in Science Teaching (NARST) 2011. Orlando, Florida, USA.
- Puhlmann, M. & Tiemann, R. (2010). Handlungsmuster und Problemlösen: Eine vergleichende Videostudie zwischen Nordrhein-Westfalen und Sachsen. In D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (S. 434-436). Münster: LIT-Verlag.
- Toth, E. E., Suthers, D. D. & Lesgold, A. M. (2002). "Mapping to know": The effects of representational guidance and reflective assessment on scientific inquiry. *Science Education*, 86(2), 264-286.
- Trendel, G., Wackermann, R. & Fischer, H. E. (2007). Lernprozessorientierte Lehrerfortbildung in Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 9-31.
- Tschirigi, J. E. (1980). Sensible reasoning: A hypothesis about hypotheses. *Child Development*, 51, 1-10.
- Tullberg, A. (1998). *Teaching "the mole": A phenomenographic inquiry into the didactics of chemistry*. Göteborg:Göteborgs Universitet.
- Tuominen-Soini, H., Salmela-Aro, K. & Niemivirta, M. (2012). Achievement goal orientations and academic well-being across the transition to upper secondary education. *Learning and Individual Differences*, 22, 290–305.
- Upmeyer zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41-57.
- Urhahne, D. & Hopf, M. (2004). Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 71-87.
- Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2011). Conceptions of the nature of science - are they general or context specific? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 707-730.
- Van de Vijver, F. J. R. & Tanzer, N. K. (2004). Bias and equivalence in cross-cultural assessment: An overview. *European Review of Applied Psychology*, 54, 119-135.
- van Joolingen, W. R., de Jong, T. & Dimitrakopoulou, A. (2007). Issues in computer supported inquiry learning in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 111-120.
- Völzke, K. (2012). *Lautes Denken bei kompetenzorientierten Diagnoseaufgaben zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung*. Kassel: Kassel University Press.
- Wagner, B. (1999). *Lernen aus der Sicht der Lernenden. Eine Untersuchung zum Einfluss des Basismodell-Unterrichts auf das Lernen von Schülerinnen und Schülern*. Frankfurt am Main: Peter Lang.

- Wahl, D. (2001). Nachhaltige Wege vom Wissen zum Handeln. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 19(2), 157-174.
- Wahser, I. (2007). *Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie*. Berlin: Logos.
- Waldis, M. (2010). Methode. In K. Reusser, C. Pauli & M. Waldis (Hrsg.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität – Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-studie zum Mathematikunterricht* (S. 33-56). Münster: Waxmann.
- Walpuski, M. (2006). *Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback*. Berlin: Logos.
- Walpuski, M., Kauertz, A., Fischer, H. E., Kampa, N.; Mayer, J.; Sumfleth, E.; Wellnitz, N. (2010). ESNas – Evaluation der Standards für die Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I. In Gehrmann, A.; Hericks, U.; Lüders, M. (Hrsg.), *Bildungsstandards und Kompetenzmodelle. Beiträge zu einer aktuellen Diskussion über Schule, Lehrerbildung und Unterricht* (S. 171-184). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Walpuski, M. & Sumfleth, E. (2007): Strukturierungshilfen und Feedback zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Chemieunterricht. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 181-198.
- Walpuski, M. & Sumfleth, E. (2009): The use of video data to evaluate inquiry situations in chemistry education. In T. Janik, & T. Seidel (Eds.): *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 121-133). Münster: Waxmann.
- Wason, P. C. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 129-140.
- Webb, E. J., Campbell, D. T., Schwartz, R. D. & Sechrest, L. (2000). *Unobtrusive measures*. Thousand Oaks: Sage Publications Inc.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Ed.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17-32). Weinheim: Beltz.
- Welch, W. W., Klopfer, L. E., Aikenhead, G. S. & Robinson, J. T. (1981). The role of inquiry in science education: Analysis and recommendations. *Science Education*, 65(1), 33-50.
- Wellnitz, N. (2012). *Kompetenzstruktur und -niveaus von Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung*. Berlin: Logos.
- Wellnitz, N. & Mayer, J. (2008). Evaluation von Kompetenzstruktur und -niveaus zum Beobachten, Vergleichen, Ordnen und Experimentieren. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen, T.

- Riemeier & K. Niedert (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (S. 129-143). Kassel: Universitätsdruckerei.
- Wellnitz, N., Fischer, H. E., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., Pant, H. A. et al. (2012). Evaluation der Bildungsstandards – eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 261-291.
- Werner, O. & Campbell, D. T. (1970). Translation, wording through interpreters, and the problem of decentering. In R. Naroll & R. Cohen (Eds.), *A handbook of method in cultural anthropology* (pp. 398–420). New York: Natural History Press.
- White, B. Y. & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3-118.
- White, C. S., Deal, D. & Deniz, C. M. (2004). Teachers' knowledge, beliefs, and practices and mathematical and analogical reasoning. In L. D. English (Ed.), *Mathematical and analogical reasoning of young learners* (pp. 127-151). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wibner, P. (1998). *Der Chemieunterricht an schwedischen Schulen*. Ort: Verlag. Von <http://ch.eduhi.at/swescool.htm> abgerufen 24. September 2014.
- Wiborg, S. (2010). *Swedish free schools: Do they work?* London: University of London.
- Widodo, A. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 233-255.
- Wild, K.-P. (2001). Die Optimierung von Videoanalysen durch zeitsynchrone Befragungsdaten aus dem Experience Sampling. In S. von Aufschnaiter & M. Welzel (Hrsg.), *Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lernprozessen. Aktuelle Methoden empirischer pädagogischer Forschung* (S. 61-74). Münster: Waxmann.
- Wild, K.-P. (2003). Videoanalysen als neue Impulsgeber für eine praxisnahe prozessorientierte empirische Unterrichtsforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 31, 98-101.
- Wilk, M. B. & Gnanadesikan, R. (1968). Probability plotting methods for the analysis of data. *Biometrika*, 55(1), 1-17.
- Wilson, L. L. (1954). A study of opinions related to the nature of science and its purpose in society. *Science Education*, 38(2), 159-166.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112–143.

- Windschitl, M. (2004). Folk theories of "Inquiry": How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481-512.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen: Hogrefe.
- Witt, A. (2009). Ottomotoren. In G. P. Merker & C. Schwarz (Hrsg.), *Grundlagen Verbrennungsmotoren. Simulation der Gemischbildung, Verbrennung, Schadstoffbildung und Aufladung* (S. 140-166). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Wollmann, H. (2010). Das deutsche Kommunalsystem im europäischen Vergleich – Zwischen kommunaler Autonomie und „Verstaatlichung“. In J. Bogumil & S. Kuhlmann (Hrsg.), *Kommunale Aufgabenwahrnehmung im Wandel* (S. 233- 252). Wiesbaden: VS.
- Wollrab, A. (2014). *Organische Chemie. Eine Einführung für Lehramts- und Nebenfachstudenten*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Yacoubian, H. A. & BouJaoude, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1229-1252.
- Yager, R. E. & Akcay, H. (2010). The advantages of an inquiry approach for science instruction in middle grades. *School Science and Mathematics*, 110(1), 5-12.
- Yahya, L. & Bader, H. J. (2008). Sichtstrukturen des Chemieunterrichts von Förderschullehrkräften eine Sprachheilschule - Auswertung einer Videostudie. *CHEMKON*, 15(4), 171-175.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A. & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.
- Zimmerman, P. H., Bolhuis, J. E., Willemsen, A., Meyer, E. S. & Noldus, L. P. (2009). The Observer XT: A tool for the integration and synchronization of multimodal signals. *Behavior Research Methods*, 41(3), 731-735.
- Zöfel, P. (2003). *Statistik für Psychologen im Klartext*. München: Pearson Studium.

## **11 Anhang**

### 11.1 Kodiermanual zum Konzept *Scientific Inquiry*

# Kodiermanual

Variablen, Kategorien und Modifier zum Prozess der Erkenntnisgewinnung

Videokategoriensystem

*Scientific Inquiry im Chemieunterricht - Entwicklung und Evaluation eines Videokategoriensystems zum Prozess der Erkenntnisgewinnung*



## 0. Unterrichtsorganisation

### 0.1. Phasen der Erkenntnisgewinnung oder *Scientific Inquiry* (Behavior)

Modifiziert: *Art der Bildung – explizit/implizit (siehe z.B. 1.1)*

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Phasen der Erkenntnisgewinnung oder <i>Scientific Inquiry</i></b>	0	Kein	Keine der Phasen der Erkenntnisgewinnung	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn. Oder wenn Organisatorisches nicht Unterrichtbezogenes usw. stattfindet. Aber auch wenn sich der Unterricht in der Einleitung des EKGs befunden wird. Dann wird zusätzlich 0.3. kodiert.
	1	Fragestellung	Phase, in der ausschließlich Fragestellungsbildung stattfindet.	Wird kodiert, wenn auf Grundlage von Phänomenen oder ähnlichem, Fragestellungen erarbeitet oder vorgegeben werden. Z.B. „... versucht aus dem gesehenen Problem eine Frage zu formulieren.“
	2	Hypothese	Phase, in der ausschließlich Hypothesen stattfinden.	Wird kodiert, wenn Hypothesen entwickelt oder vorgegeben werden. Z.B. „... aus diesen Tatsachen lässt sich folgende Hypothese formulieren.“
	3	Untersuchung	Phase, in der ausschließlich die Planung bzw. die Durchführung einer Untersuchung stattfindet.	Wird kodiert, wenn Untersuchungen entwickelt oder vorgegeben werden zur Aufstellung einer Untersuchung. Z.B. „... überlegt euch Experimente zur Klärung der Fragestellung.“
	4	Auswertung und Interpretation	Phase, in der die Auswertung und Interpretation stattfindet.	Wird kodiert, wenn die Messdaten aufbereitet werden. Z.B. „...berechnet die Konzentrationen u. trägt sie grafisch auf“. Wird auch kodiert, wenn Schlussfolgerungen aus den erhobenen gezogen werden. Die Interpretation sollte sich auf die Fragestellung/Hypothese beziehen, tut sie aber meistens nicht Z.B. „Unsere Fragestellung konnte beantwortet werden.../Die Hypothese wurde durch das Experiment falsifiziert...“
	6	Reflexion	Phase, in der ausschließlich eine Reflexion der Untersuchung stattfindet.	Wird kodiert, wenn die durchgeführten Phasen/Prozesse kritisch betrachtet werden. Z.B. „... war die Versuchsanordnung hilfreich, oder sind dadurch Fehler entstanden? ...“
	7	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 0.2. Metakognitive Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses (Behavior)

Modifiziert: Unterrichtsorganisation – von der Lehrkraft vorgegeben, von der Lehrkraft moderiert, von Schülerinnen und Schülern selbstständig, Schülervortrag, Austeilen von Materialien, Schülerinnen und Schüler lesen ausgeteilte Materialien

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Metakognitive Betrachtung des <i>Inquiry</i>-Prozesses</b>	0	Kein	Keine SI	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn. Oder wenn keine Einleitung in den Prozess der SI stattfindet.
	1	Explizite metakognitive Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses	Über nat. wiss. Erkenntnisgewinnung reden. Diskussion über den <i>Inquiry</i> -Prozess	Wird dann kodiert, wenn die LuL die Frage stellen: „Wie denkt ihr, werden in der Forschung Entdeckungen gemacht?“ Auch wenn in gleicher Weise über die einzelnen Phasen der EKG besprochen wird.
	2	Implizite metakognitive Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses (Aktivierung, Initiator des <i>Inquiry</i> -Prozesses)	Eines oder mehrerer Phänomene bzw. Objekte werden von SuS oder LuL mit Hilfe von Experimenten gezeigt oder beobachtet. Damit sind keine Untersuchungen zu verstehen, nur Einstiegsexperimente als Medium. Dies beinhaltet Alltagserfahrungen und die Identifizierung eines Problems. Die Einleitung in den <i>Inquiry</i> -Prozess kann mit einem Problem initiiert werden. Es kann vorgegeben oder identifiziert werden. Annäherung durch „Metaebene“. Die Einleitung des <i>Inquiry</i> -Prozesses kann durch einen kognitiven Konflikt erfolgen oder über Theorien. Die Einleitung in den Prozess erfolgt über Theorien, also Gesetze oder auch Modelle.	Z.B. zeigen die LuL einen Stoff herum, um Eigenschaften und Merkmale darzustellen; oder beginnt den Unterricht mit einem Einstiegsexperiment. Wird kodiert, wenn ein Problem dargeboten wird. Z.B. aus den aktuellen Medien „...welche Probleme, Fragestellungen treten mit ... auf...?“ Wird kodiert, wenn LuL einen kognitiven Konflikt erzeugen. Z.B. „Salze werden gelöst und die gemessene Temperatur sinkt...“... Wird kodiert, wenn Theorien betrachtet oder diskutiert werden. Z.B. LuL schreiben die Gasgleichung an und diskutiert was geschieht wenn sich Bedingungen ändern.
	3	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 1. Fragestellung und Hypothese

### 1.1. Art der Fragestellungsbildung (Modifizier – Art der Bildung)

(Unterschiede zwischen implizit und explizit werden über Modifizier in Observer XT bei der Wahl der jeweiligen Phase kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Art der Fragestellungsbildung</b>	0	Kein	Es wird keine Fragestellung formuliert oder entwickelt. Keine inhaltliche Beschäftigung mit Thematisierung einer Fragestellung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Fragestellung formuliert wird.
	1	Fragestellungsbildung implizit	Die Bildung einer Fragestellung wird als „implizit“ bezeichnet, wenn LuL nicht direkt die Phase der Fragestellung thematisieren. Den SuS wurde nicht bewusst gemacht, dass sie sich in dieser Phase befinden. Somit resultiert das Schülerverhalten aus einem unbewussten Gefühl, welches sie veranlasst Fragestellungen zu entwickeln oder zu äußern.	Wird kodiert, wenn LuL einen kognitiven Konflikt erzeugen ohne die Phase verbal oder schriftlich zu kommunizieren, dass jetzt Fragestellungen entwickelt werden. Z.B. nach dem Phänomen, beginnen die SuS sich zu melden und formulieren Fragestellungen, „... warum ist die Temperatur beim Lösen gesunken...?“
	2	Fragestellungsbildung explizit	Die Bildung einer Fragestellung wird als „explizit“ bezeichnet, wenn LuL direkt die Phase der Fragestellung thematisieren. Die SuS sind sich bewusst, dass sie sich in dieser Phase befinden. Die SuS werden direkt aufgefordert, Fragestellungen zu entwickeln. Dies gilt auch wenn LuL die Fragestellungen vorgeben.	Wird kodiert, wenn die SuS direkt aufgefordert werden, Fragestellungen zu entwickeln. Z.B. „... beobachtet das Experiment und formuliert eine Fragestellung...“
	3	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 1.2. Entwickeln und Sichern von Fragestellungen (Behavior/Modifier)

(Unterschiede im Hinblick auf den Offenheitsgrad der Formulierung von Fragestellungen über Modifier *Unterrichtsorganisation* in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Entwickeln und Sichern von Fragestellung</b>	0	Kein	Keine Entwicklung und Sicherung einer Fragestellung	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Fragestellung formuliert wird.
	1	Instruktion zur Entwicklung einer/mehrerer Fragestellungen	LuL fordern die SuS auf, eine Fragestellung zu formulieren. Meist folgt danach eine selbstständige Schülerarbeit.	Kodierung beginnt, wenn die LuL die SuS zur Entwicklung einer Fragestellung instruieren.
	2	Fragestellung selbstständig (s)	Die SuS entwickeln die Fragestellung selbstständig in Gruppen-/Partner- oder Einzelarbeit. Geschieht meist dann, wenn die LuL zuvor eine Instruktion zur Fragestellungsbildung gegeben haben. Wird auch kodiert, wenn sich SuS selbstständig melden und von sich aus sagen, welche Fragestellungen aufgestellt werden können.	Wird kodiert, wenn sich die SuS in der Gruppenarbeit zur Fragestellungsformulierung befinden.
	3	Fragestellung moderiert (m)	Im Unterrichtsgespräch wird die Fragestellung gemeinsam entwickelt bzw. mehrere gesammelt. Auch wenn die LuL und SuS im Klassenverband die Fragestellung aus letzter Stunde wiederholen. Kann aber auch kodiert werden, wenn LuL (Lehrervortrag) die Entwicklung einleiten, indem er zuvor instruiert, dass die SuS eine Fragestellung im Unterrichtsgespräch entwickeln sollen. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Fragestellung(en) formuliert haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird 1.2.2 kodiert, wenn sie es vergleichen dann 1.2.3.	Wird kodiert, wenn z.B. LuL fragen „welche Fragestellungen fallen euch zu diesem Phänomen ein? „...warum haben wird diese formuliert...“ oder „... an alle, welche Frage stellt sich hier? ...“, „... nun habt ihr ja das Phänomen gesehen, wie könnte eine Fragestellung aussehen... oder „...was fragt ihr euch...?“
	4	Fragestellung vorgegeben (vLv)	LuL geben die Fragestellung vor. Die SuS werden nicht beteiligt, kein Einbezug der SuS bei der Entwicklung der Fragestellung.	Wird kodiert, wenn z.B. Die LuL sagen: „... Vor dieser Untersuchung müsste man sich die Frage stellen...“ auch wenn ein Arbeitsblatt vorgegeben wird.

	5	Bewertung der Fragestellung (s, m, vLv)	Die SuS werden aufgefordert nach der Entwicklung der Fragestellung(en), diese zu bewerten bzw. eine (wenn mehrere) auszuwählen. Kann auch kodiert werden, wenn die LuL selbst eine Bewertung vornehmen.	Wir kodiert, wenn z.B. die LuL sagen: „...So, wir haben die Fragestellungen formuliert. Nun werden diese Fragestellungen bewertet. Können denn alle Fragestellungen wirklich mit Hilfe unseres Versuchsaufbaus/der uns zur Verfügung stehenden Materialien beantwortet werden?“ Oder „Ich würde die erste Fragestellung wegstreichen, da sie in meinem Augen nicht zu beantworten ist.“
	6	Zusammenfassung und mündliche Sicherung (s, m, vLv)	Die Fragestellungsphase wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	7	Schriftliche Sicherung (s, m, vLv)	Die Fragestellung(en) werden explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn die LuL die SuS auffordert, die Fragestellung nun abzuschreiben.
	8	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 1.3. Art der Hypothesenbildung (Modifier)

(Unterschiede zwischen implizit und explizit werden über Modifier in Observer XT bei der Wahl der jeweiligen Phase kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Art der Hypothesenbildung</b>	0	Kein	Es wird keine Hypothese formuliert oder entwickelt. Keine inhaltliche Beschäftigung mit Thematisierung einer Untersuchung	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Hypothese formuliert wird.
	1	Hypothesenbildung implizit	Die Bildung einer Hypothese wird als „implizit“ bezeichnet, wenn LuL nicht direkt die Phase der Hypothesenbildung thematisieren. Den SuS wurde nicht bewusst gemacht, dass sie sich in dieser Phase befinden. Somit resultiert das Schülerverhalten aus einem unbewussten Gefühl, welches sie veranlasst Hypothesen zu entwickeln oder zu äußern.	Wird kodiert, wenn die SuS durch die entwickelten Fragestellungen oder Phänomene motiviert (aktiviert) sind, Hypothesen zu formulieren, welche das Problem beantworten könnten. Z.B. „Warum wird Eisenwolle schwerer durch die Verbrennung“. Daraufhin melden sich SuS und stellen (Vermutungen) Hypothesen zur Lösung auf. Von LuL werden die Aufstellung von Hypothesen nicht verbal oder schriftlich eingefordert.
	2	Hypothesenbildung explizit	Die Bildung einer Hypothese wird als „explizit“ bezeichnet, wenn LuL direkt die Phase der Hypothesenbildung thematisieren. Die SuS sind sich bewusst, dass sie sich in dieser Phase befinden. Somit resultiert das Schülerverhalten aus einer direkten Aufforderung, welches sie veranlasst Hypothesen zu entwickeln oder zu äußern. Dies gilt auch wenn LuL die Hypothesen vorgeben.	Wird kodiert, wenn LuL die Formulierung oder Entwicklung einer Hypothese direkt fordern oder vorgeben. Z.B. „... Welche Hypothesen könnt ihr aus dem Sachverhalt ableiten...“ oder „... die Hypothese lautet...“
	3	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 1.4. Entwickeln und Sichern von Hypothesen (Behavior/Modifier)

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Entwicklung od. Sicherung von Hypothesen über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Entwickeln und Sichern Hypothese(n)</b>	0	Kein	Keine Entwicklung und Sicherung einer Hypothese. Keine inhaltliche Beschäftigung mit Thematisierung einer Hypothese.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Hypothese formuliert wird.
	1	Instruktion zur Hypothesenentwicklung	Die LuL fordern die SuS auf, eine oder mehrere Hypothesen zu formulieren. Meist folgt danach eine selbstständige Schülerarbeit.	Kodierung beginnt, wenn die LuL die SuS zur Hypothesenbildung instruieren.
	2	Entwickeln Hypothese(n) selbstständig	Die SuS entwickeln die Hypothese(n) selbstständig in Gruppen-/Partner- oder Einzelarbeit. Geschieht dann, wenn die LuL zuvor eine Instruktion zur Hypothesenbildung in SSA gegeben haben.	Wird kodiert, wenn sich die SuS in der Gruppenarbeit zur Hypothesenbildung befinden.
	3	Entwicklung der Hypothese(n) moderiert	Im Unterrichtsgespräch wird/werden die Hypothese(n) gemeinsam entwickelt bzw. gesammelt und bearbeitet. Gilt auch für Vorlesen von Hypothese aus letzter Stunde bzw. als Hausaufgabe. Kann aber auch kodiert werden, wenn LuL (Lehrervortrag) die Entwicklung einleiten, indem er zuvor instruiert, dass die SuS eine Hypothese im Unterrichtsgespräch entwickeln sollen. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Fragestellung(en) formuliert haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird 1.4.2 kodiert, wenn sie es vergleichen dann 1.4.3.	Wird kodiert, wenn z.B. LuL fragen „Welche Hypothesen lassen sich formulieren oder „... an alle, welche Hypothesen oder Vermutungen können formuliert werden? ...“
	4	Entwicklung der Hypothese(n) vom LuL vorgegeben (Modifier)	Die LuL geben die Hypothese(n) den SuS vor. Die SuS werden nicht beteiligt, kein Einbezug der SuS bei der Entwicklung der Hypothese. Auch Ausgabe eines Arbeitsblattes.	Wird kodiert, wenn LuL die Hypothese vorgeben. Die LuL könnten sagen: „Wenn... dann...!“
	5	Bewertung der Hypothesen (s, m,	Die SuS werden aufgefordert nach dem Entwickeln der Hypothese(n), diese zu bewerten bzw. eine (wenn mehrere)	Wir kodiert, wenn z.B. die LuL sagen „...So, nun haben wir die Hypothesen

## 11 Anhang

	vLv)	auszuwählen. Kann auch kodiert werden, wenn die LuL selbst eine Bewertung vornehmen.	formuliert, nun bewertet sie. Können denn alle Hypothesen wirklich mit Hilfe unseres Versuchsaufbaus/der uns zur Verfügung stehenden Materialien untersucht werden?“ Oder „Ich würde die erste Hypothese wegstreichen, da sie in meinem Augen nicht zu untersuchen ist.“
6	Zusammenfassung und mündliche Sicherung (s, m, vLv)	Die Hypothesenphase wird von den SuS bzw. von den LuL zusammengefasst.	
7	Schriftliche Sicherung (s, m, vLv)	Die Hypothese(n) werden explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn die LuL die SuS auffordern, die Hypothese(n) nun abzuschreiben.
8	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.



## 2. Untersuchung planen und durchführen

### 2.1. Art der Planung einer Untersuchung

(Unterschiede zwischen implizit und explizit werden über Modifier in Observer XT bei der Wahl der jeweiligen Phase kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<i>Art der Planung einer Untersuchung</i>	0	Kein	Es wird keine Untersuchungsplanung formuliert oder entwickelt. Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung einer Untersuchung	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Untersuchung geplant wird.
	1	Untersuchung planen implizit	Die Planung einer Untersuchung ist „implizit“, wenn LuL nicht die Phase der Untersuchungsplanung thematisieren. Die Phase der Untersuchung wird nicht operationalisiert, sowie verbal o. schriftlich kommuniziert. Den SuS ist es nicht bewusst, dass sie sich in dieser Phase befinden. Das Schülerverhalten resultiert aus einem unbewussten Gefühl, welches sie veranlasst Vorschläge zu äußern, wie die Untersuchung geplant werden kann.	Wird kodiert, wenn sich die SuS melden ohne verbale oder schriftliche Aufforderung der LuL und geben Vorschläge, welche Untersuchungen durchzuführen oder zu planen sind, um das Problem zu klären. Z. B. „... nennen sie Versuchsbedingungen, welche eingehalten werden müssen, um zu klären warum Eisenwolle nach der Verbrennung schwerer ist.“ Oder sie geben vor welche Geräte, Chemikalien verwendet werden, oder wie ausgewertet werden soll.
	2	Untersuchung planen explizit	Die Planung einer Untersuchung wird als „explizit“ bezeichnet, wenn LuL die Phase der Untersuchungsplanung thematisieren. Die Phase der Untersuchungsplanung wird operationalisiert. LuL geben die Anweisung eine Untersuchung zu planen, um die Fragestellung zu klären. Gilt auch für den Fall, dass LuL den Untersuchungsplan vorgeben.	Wird kodiert, wenn LuL die Formulierung oder Entwicklung eines Untersuchungsplans oder Untersuchung instruieren oder vorgeben. Z.B. „... Welche Untersuchungen oder Versuche können wir planen oder durchführen, um die Hypothese zu überprüfen...?“
	3	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 2.2. Identifizierung relevanter Variablen

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Identifizierung relevanter Variablen über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Identifizierung relevanter Variablen</b>	0	Kein	Keine Identifizierung relevanter Variablen.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Variablen identifiziert werden.
	1	Identifizieren von Variablen der Untersuchung durch SuS selbstständig	Die für die Untersuchung entscheidenden Variablen werden von den SuS selbstständig erarbeitet. Gilt auch, wenn sie zuvor von den LuL instruiert wurden, in Gruppen- oder Einzelarbeit- Variablen zu erkennen.	Wird kodiert, wenn Variablen oder Größen benannt werden, die für die Untersuchung von Bedeutung sind, z. B. SuS nennen nach einer Erarbeitungsphase, die z.B. in Gruppenarbeit stattfand Variablen, welche bei einer Untersuchung konstant gehalten werden müssen. Wird auch kodiert, wenn sich SuS gerade in der Gruppenarbeitsphase, in der sie Variablen benennen sollen, befinden. Kodierung beginnt, wenn LuL die SuS zur Durchführung dieser Phase instruieren.
	2	Identifizieren von Variablen der Untersuchung moderiert	Im Unterrichtsgespräch werden die Variablen der Untersuchung diskutiert. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Untersuchung geplant und Variablen identifiziert haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird 2.2.1 kodiert, wenn sie es vergleichen dann 2.2.2.	Wird kodiert, wenn Variablen oder Größen benannt werden, die für die Untersuchung von Bedeutung sind, z. B. „Zur Konzentrationsbestimmung einer Säure brauchen wir das Volumen an verbrauchter Lauge.“ Die LuL geben Hinweise, z. B. „Wovon hängt denn ... ab?“ z. B. Variablen des Idealen Gasgesetzes
	3	Variablen werden vorgegeben	Die für die Untersuchung entscheidenden Variablen werden von den LuL vorgegeben. Gilt auch, wenn ein Arbeitsblatt oder ein Tafelbild Variablen, die konstant gehalten werden sollen, vorgibt.	Wird kodiert, wenn LuL die relevanten Variablen der Untersuchung nennen. Z.B. „... um heraus zu finden ob unsere Hypothese stimmt, müssen wir die Temperatur verändern...“

4	Begründung der Variablen	<p>Wird kodiert, wenn wird begründet, warum eine Variable konstant gehalten werden muss. Dies beinhaltet die Identifikation von Variablen.</p> <p>LuL geben vor, warum eine Variable konstant gehalten werden muss. Gilt auch wenn ein Arbeitsblatt oder ein Tafelbild den Untersuchungsplan vorgibt.</p>	<p>Wird kodiert, wenn im Klassenverband die Wahl der konstant gehaltenen Variablen gerechtfertigt wird. Z.B. ein SuS sagt „... das Volumen wird konstant gehalten, weil ich somit die Fragestellung eventuell beantworten kann“.</p> <p>Wird kodiert, wenn LuL die Wahl der konstant gehaltenen Variablen rechtfertigen. Z.B. „... das Volumen wird konstant gehalten, weil ich somit die Fragestellung eventuell beantworten kann“.</p>
5	Unklar		<p>Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.</p>

### 2.3. Planen einer Untersuchung

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Planung über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Planen einer Untersuchung</b>	0	Keine	Keine Planung einer Untersuchung	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Untersuchung geplant wird.
	1	Instruktion zur Planung einer Untersuchung	LuL fordern die SuS auf, eine Untersuchung zu planen. Meist folgt danach eine selbstständige Schülerarbeit.	Kodierung beginnt, wenn die LuL die SuS zur Durchführung dieser Phase instruieren. Kodierung beginnt, wenn LuL die SuS zur Durchführung dieser Phase instruieren.
	2	Planen eine Untersuchung selbstständig	Die SuS planen eine Untersuchung selbstständig. Zuvor instruierten meist die LuL, dass die SuS eine Untersuchung planen sollen, welche nun in Gruppen-/Partner- oder Einzelarbeit stattfindet sowie die Art der Datenprotokollierung und/oder Auswertung. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Untersuchung geplant haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird 2.3.2 kodiert, wenn sie es vergleichen dann 2.3.3.	Wird kodiert, wenn die SuS in Gruppen- oder Einzelarbeit eine Untersuchung planen. Z.B. „... in Gruppen überlegt euch, welche Chemikalien und Geräte benötigt werden...?“ Kodierung beginnt, wenn LuL die SuS zur Durchführung dieser Phase instruieren. Hier ist wichtig, dass zwischen „Untersuchung planen“ und „Variablen identifizieren“ unterschieden werden muss und daher auch genau auf die Instruktion der LuL geachtet werden muss.
	3	Planen eine Untersuchung vom LuL moderiert	Im Unterrichtsgespräch wird geplant, welche Untersuchungen durchgeführt oder Geräte und Chemikalien verwendet werden sowie die Art der Datenprotokollierung und/oder Auswertung.	Wird kodiert, wenn im Unterrichtsgespräch die Planung oder Durchführung von Untersuchungen diskutiert wird.
	4	Planen einer Untersuchung vom LuL vorgegeben	Hier wird Kategorie 6 kodiert.	Wird kodiert, z.B. wenn die LuL ein Arbeitsblatt ausgeteilt wird und den Plan nun im Unterrichtsgespräch (Modifier) besprochen.
	5	Organisation	Die LuL oder die SuS besprechen organisatorische Dinge für die Durchführung der Untersuchung.	Wird kodiert, wenn LuL z.B. den Ort für die Bechergläser benennen: „Die Bechergläser müsst

				ihr aus dem hinteren Schrank holen“.
	6	Vorstellen eines Untersuchungsplans	Die LuL oder SuS haben geplant, eine Untersuchung vorbereitet und stellen sie vor (SuS wurden zuvor instruiert, eine Untersuchung zu planen).	<p>Wird kodiert, wenn der LuL eine Untersuchung vorgibt. z.B. Werden Geräte, Chemikalien und Versuchsdurchführung an die Tafel/Arbeitsblatt geschrieben o. ausgegeben. Hier muss auch darauf geachtet werden, ob die LuL eventuell auch das Konstanthalten bestimmter Variablen benennen.</p> <p>Wird kodiert, wenn SuS einen zuvor selbstständig entwickelten Untersuchungsplan vorstellen. Z.B. als Schülervortrag.</p>
	7	Vorstellen von Chemikalien /Geräten zum offenen Experimentieren	Die LuL stellen die Chemikalien und Geräte vor, die die SuS für das offene Experimentieren verwenden können.	Wird kodiert, wenn die LuL z.B. sagen: „Ihr könnt zur Untersuchung der unbekannten Flüssigkeit das und dies verwenden“.
	8	Bewertung des Untersuchungsplans (s, m, vLv)	<p>Der Untersuchungsplan wird im Hinblick auf die Beantwortung der Fragestellung bzw. der Falsifizierung/Verifizierung der Hypothese(n) betrachtet u. bewertet. SuS od. LuL stellen Sinnfragen zum Aufbau im Klassenverband. Dies gilt für eine Bewertung vor der Durchführung der Untersuchung od. nach der Vorstellung der geplanten Untersuchungen von den SuS sowie für das Aufstellen von Prognosen für die zu erwartenden Ergebnisse. Auch wenn Sicherheitsaspekte angesprochen werden.</p> <p>Der Untersuchungsplan wird vom LuL im Hinblick auf die Beantwortung der Fragestellung bzw. der Falsifizierung/Verifizierung der Hypothese bewertet. Dies gilt für eine Bewertung vor der Durchführung der Untersuchung o. nach der Vorstellung der geplanten Untersuchungen von den SuS sowie für das Aufstellen von Prognosen für die zu erwartenden Ergebnisse.</p>	<p>Wird kodiert, wenn der Untersuchungsplan vor der Durchführung von den SuS im Unterrichtsgespräch bewertet wird. Z.B. „...ist es sinnvoll zwei Liter Wasser zu kochen... aus welchen Gründen ist dies nicht praktisch...“ „was könnt ihr erwarten, wenn ihr das Experiment durchführt...“ Hier ist wichtig, dass es sich bei Prognosen um keine Hypothese handelt.</p> <p>Wird kodiert, wenn der LuL den Untersuchungsplan bewertet. Z.B. „... das Verwenden einer pneumatischen Wanne zum Erhitzen des Wassers ist nicht gut, weil...“ Hier muss auch darauf geachtet werden, ob die LuL eventuell auch das Konstanthalten bestimmter Variablen benennen.</p>

## 11 Anhang

	9	Zusammenfassung der Planung	Die Planungsphase wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	10	Schriftliche Sicherung der Planung	Die Planung der Untersuchung wird explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern, die Hypothese(n) nun abzuschreiben.
	11	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 2.4. Organisatorischer Aufbau bzw. Abbau der Untersuchung (Behavior)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Organisatorischer Aufbau der Untersuchung</b>	0	Kein	Kein Aufbau Versuchs	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Untersuchung durchgeführt wird.
	1	SuS bereiten sich organisatorisch auf die Untersuchung vor	Die SuS bereiten die Untersuchung vor/bauen einen Versuch auf in Gruppen-/Partner- oder Einzelarbeit. Gilt auch bei einem Schüler-Demonstrationsexperiment und für das Zusammentragen der benötigten Materialien und Geräte.	Wird kodiert, wenn die SuS eigenständig in Gruppen/Partner oder Einzelarbeit Versuche aufbauen, auf Grundlage des Untersuchungsplans. Sie holen Geräte und Chemikalien.
	2	SuS bereiten sich inhaltlich auf die Untersuchung vor	Nachdem die LuL die Durchführung der Untersuchung gestartet haben, holen die SuS noch nicht die Geräte/Chemikalien, sondern lesen noch einmal den Untersuchungsplan. In diesem Fall wird zusätzlich der Modifizier „explizit“ kodiert. Lesen sich die SuS vor der Durchführung den Plan unaufgefordert durch, so wird „implizit“ kodiert.	Wird nicht kodiert, wenn die SuS theoretisch auf den Versuch vorbereiten. Wird nur zwischen Freigabe zum Untersuchen und Geräte/Chemikalien holen kodiert.
	3	LuL baut den Versuch auf	LuL bauen ein Demonstrationsexperiment oder mehrere Schülerexperimente auf.	Wird kodiert, wenn LuL Demonstrations- oder Schülerexperimente aufbauen, auch wenn sie währenddessen erläutern. Z.B. „... für die Untersuchung benötigen wir...“ oder „dies wird zunächst in ein Stativ gespannt...“
	4	LuL haben den Versuch bereits aufgebaut	Die LuL haben bereits einen Versuch aufgebaut und erklärt einzelne Geräte/Chemikalien des Aufbaus/der Untersuchung.	Wird kodiert, wenn die Versuchsanordnung aufgebaut und die benötigten Chemikalien etc. bereit liegen und LuL den Aufbau erklären. Z.B. „... hier wird erwärmt...“
	5	SuS geben LuL vor, was sie aufzubauen haben	Die SuS geben mündlich LuL vor, was, wie aufgebaut werden soll.	Wird kodiert, wenn als Vorbereitung eines Lehrer-/Schülerdemonstrationsexperiments die SuS beschreiben, was aufgebaut werden soll. Z.B. „... sie müssen erst das Eis in das Becherglas geben...“
	6	SuS oder LuL bauen Versuch ab	Die SuS oder die LuL bauen den Versuch/die Untersuchung ab.	Wird kodiert, wenn LuL und oder die SuS den Versuch abbauen. Z.B. „, wenn ihr fertig seid, bringt die Materialien zurück...“

## 11 Anhang

	7	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.
--	---	--------	--	---



## 2.5. Inhaltliche Durchführung der Untersuchung

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b><i>Inhaltliche Durchführung der Untersuchung</i></b>	0	Kein	Keine Durchführung	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Untersuchung durchgeführt wird.
	1	Praktische Durchführung der Untersuchung	Die SuS oder/und die LuL führen die Untersuchung auf inhaltlicher Ebene durch, d.h. es werden Messungen oder Beobachtungen durchgeführt und Daten protokolliert. Dies gilt für selbstständige Schülerarbeit, Schülerdemonstrationsexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente. Die Durchführung beginnt, wenn LuL den Versuchsaufbau abgenommen haben oder die SuS die benötigten Materialien vollständig haben und zu experimentieren beginnen. Wichtig Referenzgruppe beachten.	Wird kodiert, wenn die SuS oder LuL die Versuchsdurchführung oder die Untersuchung praktisch durchführen. Z.B. Wenn sie/er die Temperatur beim Lösen von Salzen bestimmen.
	2	Praktische Durchführung und gleichzeitige Protokollierung	Während der Durchführung notieren die SuS ihre Ergebnisse oder Beobachtungen schriftlich.	Wird kodiert, wenn SuS z.B. ein Blatt heraus nehmen und anfangen, etwas zu notieren.
	3	Nur Protokollierung, keine praktische Durchführung	Die Durchführung ist abgeschlossen und die SuS notieren ihre Ergebnisse oder Beobachtungen schriftlich.	Wird kodiert, wenn z.B. die SuS schon abgebaut haben und nun anfangen, etwas zu notieren.
	4	Theoretische Durchführung der Untersuchung	Die SuS erleben/führen die Untersuchung theoretisch durch.	Wird kodiert, z.B. wenn ein Video, eine Simulation gezeigt wird oder der Ablauf und Ergebnisse eines Experiments in Form eines Textes erarbeitet wird.
	5	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 2.6. Sammeln und Dokumentieren von Untersuchungsdaten

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Sammlung von Daten über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b><i>Sammeln von Untersuchungsdaten</i></b>	0	Kein	Keine Sammlung von Untersuchungsdaten	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Sammlung und Dokumentation stattfindet.
	1	Sammeln von Untersuchungsdaten durch SuS	Die SuS dokumentieren/nennen ihre Ergebnisse nach einer Schülerarbeitsphase.	Wird kodiert, wenn die SuS nach einer Schülerarbeitsphase an die Tafel/OH-Projektor gehen und die Untersuchungsdaten dokumentieren/ nennen.
	2	Sammeln von Untersuchungsdaten moderiert	Im Unterrichtsgespräch werden Beobachtungen/ Messwerte gesammelt, beschrieben, genannt. Untersuchungsdaten werden gesammelt. Dokumentieren/Wiedergeben der gemessenen Daten. Sobald die Werte aus der Untersuchung mathematisch eingebunden werden, dann wäre das eine Auswertung (Kategorien des Kapitels 3.1 und 3.2 sind zu kodieren). Oder werden die Werte in Bezug zur Fragestellung/ Hypothese thematisiert, dann ist es eine Interpretation (Kategorien des Kapitels 3.5 sind zu kodieren).	Wird kodiert, wenn z.B. LuL nennen die Werte der Untersuchung aus einer Tabelle. Oder die SuS nennen ihre Beobachtungen/ Messwerte der Untersuchung. Auch wenn die Messdaten tabellarisch dargestellt werden, solange keine Veränderung an den Rohdaten vorgenommen wird.
	3	Sammeln von Untersuchungsdaten vorgegeben	LuL dokumentieren gibt die Untersuchungsdaten vor, ohne die SuS einzubeziehen.	Wird kodiert, wenn LuL die zu messenden Daten ohne Durchführung nennen, dokumentieren oder ein Versuch nicht erfolgreich war und Werte nachgereicht werden.
	4	Zusammenfassung der Daten	Das Sammeln der Daten wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	5	Schriftliche Sicherung der Untersuchungsdaten	Das Sammeln der Daten der Untersuchung wird explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern, die gesammelten Daten nun abzuschreiben.
	6	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 3. Auswertung, Interpretation und Reflexion

#### 3.1. Art der Auswertung (Modifier)

(Unterschiede zwischen implizit und explizit werden über Modifier in Observer XT bei der Wahl der jeweiligen Phase kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Art der Auswertung, Schlussfolgerung und Interpretation</b>	0	Kein	Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung der Auswertung einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Auswertung stattfindet.
	1	Auswertung implizit	Die Auswertung, Interpretation und Schlussfolgerung wird als „implizit“ bezeichnet, wenn LuL nicht direkt die Phase der Auswertung thematisieren. Die Phase der Auswertung Interpretation und Schlussfolgerung wird nicht operationalisiert, sowie verbal oder schriftlich kommuniziert. Die SuS sind sich nicht bewusst, dass sie sich in dieser Phase befinden. Das Schülerverhalten resultiert aus einem Gefühl, welches sie veranlasst auszuwerten und somit die Daten aufzubereiten.	Die Aufnahme oder Bereitstellung von Messdaten ist abgeschlossen. Im Vorfeld wurde die Art der Datendarstellung und Aufbereitung nicht thematisiert. Zum Beispiel beginnen die SuS ohne Aufforderung Messdaten aufzubereiten und von Gramm auf Kilogramm umzurechnen oder bilden damit eine tabellarische Zuordnung. Wenn nur tabellarische Dokumentation dann „Sammeln“ von Daten kodieren!
	2	Auswertung explizit	Die Auswertung, Interpretation und Schlussfolgerung wird als „explizit“ bezeichnet, wenn LuL direkt die Phase der Auswertung thematisieren. Die Phase der Auswertung Interpretation und Schlussfolgerung wird kommuniziert. Die SuS sind sich bewusst, dass sie sich in dieser Phase befinden. Die LuL fordern die SuS auf die Daten in entsprechend (mathematisch, grafisch oder tabellarisch) aufzubereiten. Dies gilt auch wenn die LuL die Auswertung vorgeben oder wenn die Auswertungsschritte der Untersuchung vorgegeben wurden und die SuS nicht noch mal angewiesen werden.	Wird kodiert, wenn die Durchführung der Untersuchung und die Aufnahme von Daten abgeschlossen sind. LuL geben Instruktionen (verbal oder schriftlich) die Messdaten mathematisch, grafisch oder tabellarisch aufzubereiten. Z.B. wurden pH-Werte gemessen, LuL bitten nun diese in ein Koordinatensystem einzutragen.
	3	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 3.2. Auswertung - Datenaufbereitung, math. graf. usw. (Behavior)

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Auswertung über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie	Beschreibung	Beispiel
<i>Auswertung-mathematische und/oder graphische Aufbereitung der Daten</i>	0 Kein	Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung der Auswertung einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Auswertung stattfindet.
	1 Instruktion zur Auswertung	Die LuL fordern die SuS auf, die Untersuchung auszuwerten. Meist folgt danach eine selbstständige Schülerarbeit.	Kodierung beginnt, wenn die LuL die SuS zur Auswertung instruieren.
	2 Mathematische Aufbereitung der Daten	Die Daten werden mittels einer mathematischen Operation aufbereitet oder verarbeitet. Kann auch kodiert werden, wenn selbständig/in Gruppen von SuS nach Aufforderung ausgewertet wird.	Wird kodiert wenn z.B. durch die Daten einer Titration die Konzentration der unbekannten Lösung errechnet wird.
	3 Graphische Aufbereitung der Daten	Die Daten werden grafisch dargestellt. Kann auch kodiert werden, wenn selbständig/in Gruppen von SuS nach Aufforderung ausgewertet wird.	Wird kodiert wenn, die Daten graphisch aufbereitet werden. z.B. wird mit den Daten aus einer Titration eine Titrationskurve gezeichnet.
	4 Vergleich der Daten	Es wird ein tabellarischer Zusammenhang von aufbereiteten Messdaten oder Beobachtungen erstellt, die erhaltenen Daten vergleichen oder gegenübergestellt. Gilt nur wenn Daten mehrerer, verschiedener Gruppen aufgenommen werden, um eine Tendenz zu erkennen. Kann auch kodiert werden, selbständig/in Gruppen von SuS nach Aufforderung ausgewertet wird.	Wird kodiert, wenn Messdaten oder mathematisch aufbereitete Daten tabellarisch dargestellt werden. Wird kodiert, wenn Daten mit Literaturwerten verglichen werden z.B.: „Siedepunkte aus einem Tafelwerk ablesen“ oder Vergleich der Messwerte verschiedener Schülergruppen/Messungen.
	5 Aufstellen von Reaktionsgleichungen	Die bei der Untersuchung ablaufenden Reaktionen werden formuliert (schriftlich oder mündlich).	Wird kodiert, wenn Reaktionsgleichungen aufgestellt werden. Z.B. „bei dem Versuch reagiert Sauerstoff mit Eisen...“
	6 Zusammenfassung der Auswertung	Die Auswertung wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	7 Schriftliche Sicherung der Auswertung	Die Auswertung der Untersuchung wird explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern, die Auswertung nun abzuschreiben.
	8 Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 3.3. Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten untersuchen

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Daten, über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiele
<b>Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten untersuchen</b>	0	Kein	Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung der Auswertung einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Auswertung stattfindet.
	1	Identifizieren der relevanten aufbereiteten Daten	Aus den gemessenen und anschließend aufbereiteten Daten, lassen sich für die Erkenntnis entscheidende Werte erkennen (vor allem aus graphischen Darstellungen oder Tabellen). Gilt als Vorstufe der Interpretation! Der Unterschied liegt in der nicht Betrachtung der Hypothese oder Fragestellung.	Wird kodiert, wenn z.B. der Siedepunkt (vorher graphische Aufbereitung) abgelesen wird und die anderen Messwerte als nicht relevant eingestuft werden; ablesen aus Graphik.
	2	Erkennen von Zusammenhängen zwischen aufbereiteten Daten	Es wird der Zusammenhang oder die Bedeutung verschiedener Größen, sowie Daten erkannt und benannt. Gilt als Vorstufe der Interpretation! Der Unterschied liegt in der nicht Betrachtung der Hypothese oder Fragestellung.	Wird kodiert, wenn mehrere Messwerte (z.B. aus Tabelle/Graphik) betrachtet werden, um einen Zusammenhang zwischen Größen/Daten zu benennen. Z.B. ein proportionaler Zusammenhang von Druck und Temperatur. „... wenn die Temperatur steigt, steigt auch der Druck...“
	3	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 3.4 Schlussfolgerung

(Unterschiede zwischen implizit und explizit werden über Modifier in Observer XT bei der Wahl der jeweiligen Phase kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Schlussfolgerung der Untersuchung und Sicherung</b>	0	Kein	Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung der Schlussfolgerung einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Schlussfolgerung stattfindet.
	1	Instruktion zum Ziehen einer Schlussfolgerung	Die LuL fordern die SuS auf, eine Schlussfolgerung zu ziehen. Meist folgt danach eine selbstständige Schülerarbeit.	Kodierung beginnt, wenn die LuL die SuS zur Schlussfolgerung instruieren.
	2	Interpretation ohne Einbezug der Fragestellung und Hypothese (Schlussfolgerungen ziehen)	Ziehen Schlussfolgerungen mit Hilfe der Untersuchungsdaten, ohne Bezug zur Hypothese.	Wird kodiert, wenn LuL oder die SuS Schlussfolgerungen auf Grundlage der Untersuchungsdaten ziehen. Z.B. Natriumchlorid löst sich in Wasser lösen in Ionen, so kann ein Strom fließen.
	3	Begründung einer Schlussfolgerung	Die SuS bzw. LuL begründen ihre Schlussfolgerung, in dem sie die Schlussfolgerung noch unterstützen.	Z.B. Natriumchlorid löst sich in Wasser lösen in Ionen, so kann ein Strom fließen. Begründung: Die Ionen des Natriumchlorids sind im Wasser freibeweglich und daher wandern die Natrium-Ionen zur Kathode und die Chlorid-Ionen zur Anode.
	4	Zusammenfassung der Schlussfolgerung	Die Schlussfolgerung wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	5	Schriftliche Sicherung der Schlussfolgerung	Die Schlussfolgerung der Untersuchung wird explizit an der Tafel gesichert. Nicht verwechseln mit „Generalisierung“.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern, die Schlussfolgerung nun abzuschreiben.
	6	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 3.5 Interpretation der Untersuchungsdaten und Sicherung (Behavior)

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Interpretation der Untersuchungsdaten über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<i>Interpretation der Untersuchungsdaten und Sicherung</i>	0	Keine	Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung der Interpretation einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Interpretation stattfindet.
	1	Instruktion zur Interpretation	Die LuL fordern die SuS auf, die Untersuchung hinsichtlich der Fragestellung bzw. der aufgestellten Hypothesen zu interpretieren. Meist folgt danach eine selbstständige Schülerarbeit.	Kodierung beginnt, wenn die LuL die SuS zur Interpretation instruieren.
	2	SuS Interpretieren selbstständig	Zuvor instruierten die LuL, dass die SuS die Untersuchungsdaten oder die Auswertung interpretieren sollen, kann in Gruppen-/Partner- oder Einzelarbeit stattfinden. Interpretation heißt, dass die aufbereiteten und in Zusammenhang gebrachten Daten, bei der Argumentation auf die Fragestellung oder Hypothese beziehen.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern die in Gruppen-/Partner oder Einzelarbeit die aufbereiteten Daten in Bezug auf die Fragestellung oder Hypothese zu interpretieren. Z.B. „... versucht nun, in euren Gruppen die Ergebnisse zu interpretieren und beachtet dabei unsere eingangs gestellte Fragestellung...“
	3	Interpretation moderiert	Im Unterrichtsgespräch werden nach dem Sammeln der Untersuchungsdaten oder der Auswertung, diese Untersuchungsdaten interpretiert. Also auch wenn die SuS von sich aus mit der Interpretation beginnen. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Untersuchungsdaten interpretiert haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird 3.5.2 kodiert, wenn sie es vergleichen dann 3.5.3.	Wird kodiert, wenn die Untersuchungsdaten im Klassenverband, auch von den LuL moderiert oder spontan von den SuS interpretiert werden. Z.B. die SuS melden sich und versuchen die Daten in Bezug auf die Hypothese zu interpretieren. „... da wird die Temperatur von ... gemessen haben, können wir unsere Hypothese bestätigen...“
	4	Interpretation vorgegeben	LuL interpretieren die Untersuchungsdaten ohne Einbezug der SuS.	Wird kodiert, wenn LuL die Interpretation vorgeben. Z.B. ... aus diesen Werten an der Tafel können wir nun die Hypothese verifizieren...“
	5	Begründung der Interpretation	Die SuS bzw. LuL begründen ihre Interpretation, in dem sie die Interpretation noch unterstützen.	Z.B. Wir haben die Hypothese ausgestellt, dass sich Natriumchlorid in Wasser in Ionen

## 11 Anhang

				löst. Begründung: Wir können unsere Hypothese bestätigen, weil wir zeigen konnten, dass ein Strom fließt.
	6	Zusammenfassung der Interpretation	Die Interpretation wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	7	Schriftliche Sicherung der Interpretation	Die Interpretation der Untersuchung wird explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern, die Interpretation nun abzuschreiben.
	8	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.



### 3.6 Ergebnisse der Interpretation

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Ergebnisse über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Ergebnis der Interpretation</b>	0	Kein	Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung der Interpretation einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Interpretation stattfindet.
	1	SuS beantworten Fragestellung selbständig	Die SuS beziehen selbständig die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Fragestellung und beantworten diese. Auch 3.5... kodieren.	Wird kodiert, wenn SuS selbständig die Fragestellung beantworten. Z.B. Fragestellung: „Warum schwimmt Eis auf dem Wasser?“ „... Eiswürfel schwimmen, da die Dichte von Eis kleiner ist als von Wasser!“
	2	Beantworten Fragestellung moderiert	Die SuS und LuL beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Fragestellung und beantworten diese. Auch 3.5... kodieren. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Untersuchung interpretiert haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird 3.6.1 kodiert, wenn sie es vergleichen dann 3.6.2.	Wird kodiert, wenn im Unterrichtsgespräch die Fragestellung beantworten. Z.B. Fragestellung: „Warum schwimmt Eis auf dem Wasser?“ „... Eiswürfel schwimmen, da die Dichte von Eis kleiner ist als von Wasser!“
	3	Beantworten Fragestellung vorgeben	Die LuL beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Fragestellung und beantwortet diese. Gleichzeitig 3.5 kodieren	Wird kodiert, wenn die Fragestellung beantwortet wird. Z.B. „...also unsere Frage können wir folgendermaßen beantworten...“
	4	Bezug auf Hypothese (durch Falsifikation) selbstständig von den SuS	Die SuS beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Hypothese und falsifizieren diese. Gleichzeitig 3.5 kodieren	Wird kodiert, wenn die Hypothese von den SuS widerlegt wird z.B. „Unsere anfangs aufgestellte Hypothese kann nicht bestätigt werden...!“
	5	Bezug auf Hypothese (durch Falsifikation) moderiert	Die SuS und die LuL beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Hypothese und falsifizieren diese. Gleichzeitig 3.5 kodieren	Wird kodiert, wenn die Hypothese im Klassenverband widerlegt wird z.B. LuL fragen, wie man nun mit der anfangs aufgestellten Hypothese umgehen muss. „... unsere Hypothese ist nicht richtig...“
	6	Bezug auf Hypothese (durch Falsifikation) vorgegeben	Die LuL beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Hypothese und falsifiziert diese. Gleichzeitig 3.5 kodieren	Wird kodiert, wenn der LuL die Hypothese widerlegt. Z.B. sagt der LuL „unsere Hypothese war falsch, weil...“

	7	Bezug auf Hypothese (durch Verifikation) selbstständig von den SuS	Die SuS beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Hypothese und bestätigen diese. Gleichzeitig 3.5 kodieren	Wird kodiert, wenn die Hypothese von den SuS bestätigt wird z.B. „Unsere anfangs aufgestellte Hypothese kann mit der Untersuchung bestätigt werden...!“
	8	Bezug auf Hypothese (durch Verifikation) moderiert	Die SuS und LuL beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Hypothese und bestätigen diese. Gleichzeitig 3.5 kodieren	Wird kodiert, wenn die Hypothese im Klassenverband bestätigt wird z.B. der LuL fragt wie können wir unsere Hypothese beantworten? ... dadurch ist unsere Hypothese richtig!“
	9	Bezug der Hypothese (durch Verifikation) vorgegeben	LuL beziehen die Untersuchungsdaten und dessen Interpretation auf die Hypothese und bestätigt diese. Gleichzeitig 3.5 kodieren	Wird kodiert, wenn LuL die Hypothese bestätigen. Z.B. sagen LuL „Unsere Hypothese ist richtig...“
	10	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

### 3.7 Generalisierung und Verallgemeinerung

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Generalisierung und Verallgemeinerung</b>	0	Kein	Keine inhaltliche Beschäftigung mit der Thematisierung der Generalisierung einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Generalisierung stattfindet.
	1	Aufstellen von Regeln/Gesetzmäßigkeiten	Die konkreten Untersuchungsergebnisse werden in einen höheren thematischen Zusammenhang dargestellt. Es werden Regeln auf gestellt.	Z.B. „Nachdem wir rausgefunden haben, dass Natriumchlorid und Kaliumnitrat in Wasser den Strom leitet, können wir nun einen allgemeinen Satz dazu formulieren?“
	2	Je...desto...-Aussagen	Die konkreten Untersuchungsergebnisse werden in einen höheren thematischen Zusammenhang dargestellt. Es werden Je...desto...-Aussagen formuliert	Z.B. „Je kleiner das Löslichkeitsprodukt ist, desto schwerer löst sich ein Salz auf.“
	3	Zusammenfassung der Generalisierung	Die Generalisierung wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	4	Schriftliche Sicherung der Generalisierung	Die Generalisierung der Untersuchung wird explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern, die Generalisierung nun abzuschreiben.
	5	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 4 Reflexion

### 4.1 Art der Reflexion (Modifier)

(Unterschiede zwischen implizit und explizit werden über Modifier in Observer XT bei der Wahl der jeweiligen Phase kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<i>Art der Reflexion</i>	0	Kein	keine inhaltliche Beschäftigung mit Thematisierung der Reflexion einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Reflexion stattfindet.
	1	Reflexion implizit	Die Reflexion wird als „implizit“ bezeichnet, wenn LuL nicht die Phase der Reflexion thematisieren. Die Phase der Reflexion wird nicht operationalisiert, sowie verbal oder schriftlich kommuniziert. Die SuS sind sich nicht bewusst, dass sie sich in dieser Phase befinden. Somit resultiert das Schülerverhalten aus einem Gefühl, welches sie veranlasst die erfahrenen Prozesse zu reflektieren. D.h. Die Fragestellung oder die Hypothese... usw. werden rückblickend auf Grundlage der durchgeführten Prozesse kritisch betrachtet.	Wird kodiert, wenn z.B. die Fragestellung durch den aufgestellten Untersuchungsplans, die Auswertung oder die Interpretation geklärt werden konnte. Die SuS melden sich ohne Aufforderung der LuL und „werten“ die Vorgehensweise oder die Durchführung aus. Z.B. zeigen sie problematische Aspekte beim Experimentieren auf, wodurch mögliche Fehler verursacht wurden.
	2	Reflexion explizit	Die Reflexion wird als „explizit“ bezeichnet, wenn LuL direkt die Phase der Reflexion thematisieren. Die Phase der Reflexion wird operationalisiert, sowie verbal oder schriftlich kommuniziert. Die SuS sind sich, dass sie sich in dieser Phase befinden. LuL fordern die SuS auf die durchlaufenden Prozesse zu reflektieren. D.h. Die Fragestellung oder die Hypothese... usw. werden rückblickend auf Grundlage der durchgeführten Prozesse kritisch betrachtet.	Wird kodiert, wenn z.B. LuL die SuS bitte die Versuchsdurchführung oder andere Phasen/Prozesse/Schritte in Hinblick auf mögliche Fehlerquellen zu bewerten oder zu analysieren.
	3	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 4.2 Reflexion – Fehlerdiskussion bzw. kritische Betrachtung und Sicherung (Behavior)

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Reflexion über Modifier in Observer XT kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b><i>Reflexion und Sicherung der Reflexion</i></b>	0	Kein	keine inhaltliche Beschäftigung mit Thematisierung der Reflexion einer Untersuchung.	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet. Z.B. vor dem Stundenbeginn oder wenn keine Reflexion stattfindet.
	1	Instruktion zur Reflexion	Die LuL fordern die SuS auf, die Untersuchung zu reflektieren. Meist folgt danach eine selbstständige Schülerarbeit.	Kodierung beginnt, wenn die LuL die SuS zur Reflexion instruieren.
	2	Reflexion der Phase der Entwicklung der Fragestellung bzw. der Hypothese (s, m, vLv)	Rückblickend wird die Entwicklung der Fragestellung/Hypothese oder die Fragestellung/Hypothese an sich, kritisch betrachtet. Kann auch während der Phase der Entwicklung der Fragestellung/Hypothese kodiert werden. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Reflexion durchgeführt haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird selbständig kodiert, wenn sie es vergleichen dann moderiert.	Wird kodiert, wenn z.B. reflektiert wird, welchen Einfluss die Fragestellung/Hypothese auf weitere Phasen hatte. Z.B. „... war die Fragestellung sinnvoll...? Haben wir dadurch das Problem geklärt?“
	3	Reflexion der Phase der Untersuchung (s, m, vLv)	Rückblickend wird die Planung der Untersuchung oder die Durchführung, kritisch betrachtet. Wird auch dann kodiert, wenn die SuS zuvor in Gruppenarbeit die Reflexion durchgeführt haben. D.h. wenn sich die SuS in der SSA (selbstständige Schülerarbeit) befinden, dann wird selbständig kodiert, wenn sie es vergleichen dann moderiert.	Wird kodiert wenn, z.B. die folgenden Fragen gestellt werden: „Welche Probleme könnten beim Experiment oder bei der Durchführung der Untersuchung aufgetreten sein?“ „War die Untersuchung genau?“ „War die Untersuchung objektiv?“ „Welche praktischen Fehler könnten aufgetreten sein?“
	4	Reflexion der Phase der Auswertung (s, m, vLv)	Rückblickend wird die Auswertung, kritisch betrachtet.	Wird kodiert, wenn z.B. die folgenden Fragen gestellt werden. Haben wir die Werte richtig abgelesen? Haben wir genau gezeichnet? Haben wir mathematisch richtig gerechnet? Nachkommastellen?

## 11 Anhang

	5	Reflexion des Prozess der Erkenntnisgewinnung	Die Art und Weise, wie Erkenntnisse in den Naturwissenschaften gewonnen werden wird kritisch betrachtet und diskutiert.	Wird kodiert, wenn z.B. betrachtet wird ob die Abfolge im Prozess entscheidend war... usw.
	6	Zusammenfassung der Reflexion	Die Reflexion wird von den SuS bzw. von LuL zusammengefasst.	
	7	Schriftliche Sicherung der Reflexion	Die Reflexion der Untersuchung wird explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn LuL die SuS auffordern, die Reflexion nun abzuschreiben.
	8	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

## 5 Andere unterrichtliche Unterrichtsaktivitäten

### 5.1 Keine oder andere unterrichtliche Aktivitäten und deren Sicherung (Behavior)

(Unterschiede zwischen selbständiger/moderierter oder vorgegebener Reflexion über Modifier in Observer kodiert)

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Kein oder andere unterrichtliche Aktivitäten</b>	0	Kein	Keine unterrichtliche Aktivität oder Erkenntnisgewinnung	Wird kodiert, wenn kein Unterricht stattfindet oder wenn Phasen der Erkenntnisgewinnung kodiert werden.
	1	Vorwissen für eine nw. Untersuchung (s, m, vLv)	Das Vorwissen für eine Untersuchung wird aktiviert. Fungiert häufig als Wiederholung.	Z.B. sagen die LuL: „Wie lautet noch mal das Symbol für Kohlenstoff?“ Wird meist vor der eigentlichen Untersuchung kodiert. Kann aber auch zwischendurch kodiert werden.
	2	Fachwissen (s, m, vLv)	Die LuL führen keine nw. Untersuchung durch, sondern generieren nur Fachwissen.	Z.B. „Füllt den Lückentext mit Hilfe der Informationen des Arbeitsblattes aus.“
	3	Kommunikation (s, m, vLv)	Die LuL arbeiten mit den SuS an adressatengerechten Formulierungen, Fachsprache, Präsentationen.	Die SuS üben z.B. das Präsentieren und das adressatengerechte Kommunizieren.
	4	Bewertung (s, m, vLv)	Die LuL erarbeiten mit den SuS Meinungen, Positionen, Kritikpunkte in Bezug auf das Fach Chemie und ihre Wissenschaft.	z.B. sollen die SuS bewerten, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit ihren Ergebnissen umgehen (NoS).
	5	Mündliche Zusammenfassung	Die SuS werden von den LuL aufgefordert, die Ergebnisse aus den Phasen zum Fachwissen zur Kommunikation und zur Bewertung zusammenzufassen.	Z.B. „Jetzt habt ihr den Text gelesen und uns die wesentlich Dinge herausgeschrieben. Nun fasst noch mal zusammen in 2 Sätzen, wie Schwefelsäure hergestellt wird.“
	6	Schriftliche Sicherung	Die Ergebnisse aus den Phasen zum Fachwissen zur Kommunikation und zur Bewertung werden explizit an der Tafel gesichert.	Wird kodiert, wenn die LuL die SuS auffordern, die Ergebnisse nun abzuschreiben.
	7	Unklar		Wird kodiert, wenn man nicht weiß, was kodiert werden soll, muss aber im Nachhinein rückkodiert werden.

**6 Modifier:**

Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Art der Bildung</b> (siehe FS, H, U, AI, R)	0	explizit	Eine Lernsituation wird als explizit bezeichnet, wenn die Situation mit Sprache oder Schrift kommuniziert und bewusst thematisiert wird. Es werden Situationen erzeugt, in denen sich Schülerinnen und Schüler bewusst sind, in welcher Art von Situation sie sich befinden und direkt zum sozialen Austausch veranlasst werden. Sie erhalten Hinweise oder Anweisungen welche Verhalten oder Reaktion gefordert sind. Dies gilt auch wenn die LuL die Prozesse/Lerngegenstände vorgeben.	Die LuL thematisieren die Phase, in der sich die SuS befinden, mündlich oder schriftlich.
	1	implizit	Eine Lernsituation wird als implizit bezeichnet, wenn die Situation ohne Sprache oder Schrift kommuniziert oder nicht bewusst thematisiert wird. Diese SuS wissen nicht, dass sie sich in der jeweiligen Phase befinden.	LuL geben keine direkte Aufforderung zur Beschreibung der Situation. Damit setzen diese das Wissen über die zu erwartende Situation und Reaktion voraus.



Variable	Kategorie		Beschreibung	Beispiel
<b>Unterrichts-organisation</b> (siehe FS, H, U, AI, R)	0	Schüler selbstständig	SuS arbeiten selbstständig in Gruppen-, Partner- oder Einzelarbeit. Die LuL geben Hilfestellung, lenken aber nicht.	Die LuL machen deutlich, dass die SuS die Aufgabe nun bearbeiten sollen und nehmen sich bewusst aus dem Erarbeitungsprozess heraus. Ggf. gehen sie in der Klasse herum.
	1	LuL moderiert	LuL moderieren den Arbeitsprozess in Form des Unterrichtsgesprächs oder lesen ggf. die Aufgaben vor. Die SuS sind direkt an diesem Prozess beteiligt, indem sie ggf. Fragen der LuL beantworten.	Die LuL stellen die Aufgabe, den Prozess der Erkenntnisgewinnung zu reflektieren. In Form eines Unterrichtsgesprächs rufen die LuL verschiedene SuS auf.
	2	LuL gibt vor	Die LuL geben die <i>Inquiry</i> -Phasen vor (z.B. in Form eines Lehrervortrags).	Die LuL geben die Fragestellung vor: „Die heutige Fragestellung, die wir heute bearbeiten wollen, lautet: „...“.“.
	3	Schülervortrag	Die SuS halten einen Vortrag von mind. 2 Minuten (Seidel, 2003).	
	4	Austeilen von Materialien	Nur wenn als Zwischenphase (wenn die LuL zwischen durch noch etwas erzählen zum Aufbau..., dann wird vordergründig „Vorstellen des Untersuchungsplans“ kodiert)	
	5	SuS lesen vorgegebenes Material	Nicht, wenn es als Phase vor der Durchführung angesehen wird. SuS bereiten sich inhaltlich auf die Durchführung vor.	

## 11.2 Fragebogen zu den Vorstellungen über die Konzepte *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry*

**Was ist Naturwissenschaft für dich?** (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen)

**Stimmst du der Aussage zu?**

		Stimme gar nicht zu			Stimme voll zu
Nr.	Aussage				
1	Ein Naturwissenschaftler <sup>1</sup> ist besonders intelligent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Mit Experimenten erhobene Daten zeigen uns, wie die Realität aussieht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	In den Naturwissenschaften kann es mehrere Wege geben, um naturwissenschaftliche Vorstellungen zu überprüfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Wenn ein Naturwissenschaftler mehrmals den gleichen Messwert erhält, ist er auch „richtig“.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Hypothesen sind vorläufige, auf theoretischen Erwartungen bzw. vorliegenden Untersuchungen bauende Annahme über die Beantwortung einer Fragestellung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Wenn ein Naturwissenschaftler einmal die Daten eines Experiments ermittelt hat, dann hat er die richtige Lösung gefunden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Der wichtigste Teil der Naturwissenschaften ist die Suche nach den einzig richtigen Lösungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Die methodischen Verfahren einer naturwissenschaftlichen Untersuchung sind abhängig von der Fragestellung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Bei der Planung einer Untersuchung fragt sich ein Naturwissenschaftler, ob die Untersuchung seine Fragestellung beantwortet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Oft haben Naturwissenschaftler gar keine Vermutungen darüber, was Ergebnisse ihrer wissenschaftlichen Untersuchung sein könnten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

		Stimme gar nicht zu			Stimme voll zu
Nr.	Aussage				
11	Um naturwissenschaftlich zu arbeiten, sollte eine Fragestellung und Hypothese formuliert werden, dann eine Untersuchung geplant und durchgeführt und dies dann ausgewertet, interpretiert und reflektiert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Der Hauptunterschied zwischen Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften (wie z.B. Geschichte oder Sprachen) ist, dass die naturwissenschaftliche Forschung durch mehr Regeln charakterisiert ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Nach der Durchführung eines Experiments muss ein Naturwissenschaftler mögliche Fehler (die er bei der Durchführung gemacht haben könnte) in die Auswertung mit einbeziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Meist arbeiten Naturwissenschaftler alleine im Labor oder in der Natur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Wenn mehrere Naturwissenschaftler den gleichen Versuch durchführen und sie genau und sauber arbeiten, treten keine Unterschiede in den Messwerten auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Wenn ein Naturwissenschaftler ein Experiment möglichst sauber durchführt, bekommt er auch gute Werte heraus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Mit Hilfe von Experimenten lassen sich neue Phänomene entdecken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Alle Fragestellungen in den Naturwissenschaften haben genau eine Antwort.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Es gibt Fragestellungen in den Naturwissenschaften, die auch Naturwissenschaftler nicht beantworten können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Es ist naturwissenschaftlich, möglichst genaue Beobachtungen zu machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		Stimme gar nicht zu			Stimme voll zu
Nr.	Aussage				
21	Ein aus einem Experiment ermittelter Messwert reicht meist aus, um genaue Aussagen über das Untersuchte zu formulieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Naturwissenschaftler sind meistens männlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Das ausgewählte Untersuchungsverfahren kann das Ergebnis beeinflussen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Naturwissenschaften sind faktenbasiert und erlauben keine persönlichen Meinungen und Ansichten von Seiten der Naturwissenschaftler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Kurze, einfache Experimente benötigen keine Überlegungen zum Umgang mit Messfehlern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Experimentell ermittelte Messwerte von Experimenten lassen sich unterschiedlich interpretieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Hypothesen sind vorläufige, auf theoretischen Erwartungen bzw. vorliegenden Untersuchungen bauende Annahme über den Ausgang eines Experiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Ein Naturwissenschaftler trägt meist einen Kittel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Naturwissenschaftliches Wissen wird von der Gesellschaft beeinflusst, je nachdem ob sie es annimmt oder nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Es gibt eine einzige wissenschaftliche Methode.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Naturwissenschaftliches Wissen ist dann richtig, wenn es die natürlichen Phänomene wahrheitsgetreu beschreibt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Eine Fragestellung darf nicht verändert werden, wenn sich ein Naturwissenschaftler bereits in der Planung seiner Untersuchung befindet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Wenn ein Naturwissenschaftler eine Untersuchung plant, legt er fest, welche Variablen wann verändert und konstant gehalten werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		Stimme gar nicht zu			Stimme voll zu
Nr.	Aussage				
34	Ein Naturwissenschaftler hat sich meist seinen Beruf ausgewählt, weil er die Welt verbessern will.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Meist experimentieren Naturwissenschaftler, indem sie etwas ausprobieren, aber kein bestimmtes Ziel verfolgen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Bei der Interpretation der Daten bezieht sich ein Naturwissenschaftler auf die anfangs aufgestellte Fragestellung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Es ist wichtig, Experimente mehr als einmal durchzuführen, um die Ergebnisse abzusichern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	Eine Reflektion des Versuchsaufbaus und der Durchführung macht ein Naturwissenschaftler nur dann, wenn dabei etwas schief gelaufen ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	Das positive an den Naturwissenschaften ist, dass sie durch ihre Untersuchungen entweder richtige oder falsche Antworten hervorbringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Vor der Planung eines Experiments hat ein Naturwissenschaftler eine Vermutung über den Ausgang des Experiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Hat ein Naturwissenschaftler sauber und genau gearbeitet, bedarf es keiner Fehleranalyse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Die experimentell erhobenen Daten und die daraus gezogenen Erkenntnisse sind falsch, wenn sie das bereits existierende naturwissenschaftliche Wissen nicht wiedergeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Naturwissenschaftliches Wissen entsteht durch Übereinstimmung mehrerer Naturwissenschaftler oder der Gesellschaft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	Gute Ideen in den Naturwissenschaften können von jedem kommen, nicht nur von Naturwissenschaftlern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	Die Auswertung der Daten befasst sich mit der Aufbereitung der erhobenen Messdaten u.a. auf mathematischem, graphischem oder tabellarischem Wege.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		Stimme gar nicht zu			Stimme voll zu
Nr.	Aussage				
46	In den Naturwissenschaften ist beinahe alles bekannt; es gibt nicht mehr viel, was man herausfinden könnte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47	Ein Naturwissenschaftler verfolgt bei experimentellen Untersuchungen einen linearen Weg ohne Rückbezug auf vorherige Schritte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48	Mit Hilfe von Experimenten lassen sich Theorien überprüfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49	Naturwissenschaftliche Fragestellungen können nur von einem Naturwissenschaftler beantwortet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50	Bei einem Experiment werden unter kontrollierten Bedingungen Daten erhoben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51	Im Laufe einer naturwissenschaftlichen Untersuchung kann sich eine Fragestellung verändern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 11.3 Videofragebogen

**1.a) War die gefilmte Stunde eine Unterrichtsstunde, wie jede andere Chemiestunde?**

☐ Nein

☐ Ja

**1.b) Wie häufig wird der Unterricht durchgeführt wie in der gefilmten Stunde?**

nie					immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**2. Wie oft werden die Inhalte im Chemieunterricht wie in der gefilmten Stunde erarbeitet?**

nie					immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**3. Wie groß war der Schwierigkeitsgrad für die dich in der gefilmten Stunde im Vergleich zu anderen Stunden?**

leichter					schwerer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4. Wie beurteilst du den Unterricht der gefilmten Stunde im Vergleich zu anderen Unterrichtsstunden?**

Ich fand den Unterricht...

gar nicht interessant					sehr interessant
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ich fand den Unterricht...**

gar nicht motivierend					sehr motivierend
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ich fand den Unterricht...**

gar nicht abwechslungsreich					sehr abwechslungsreich
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**5. Wie bist du in der gefilmten Stunde aufgetreten im Vergleich zu anderen Stunden...**

	gar nicht aktiv					sehr aktiv
... bezüglich deiner aktiven Beteiligung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	gar nicht aufmerksam					sehr aufmerksam
... bezüglich deiner Aufmerksamkeit?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## 11.4 Items *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen* (Schulz, 2011)

### **Facette Instruktionseffizienz**

Fokussierung 2:

Die Aufgaben und Fragestellungen, die zu Beginn des Chemieunterrichts gestellt werden, werden im Laufe der Stunde vollständig bearbeitet.

Fokussierung 4:

Im Chemieunterricht werden die (Zwischen-) Ergebnisse des Experimentierens von den Schülerinnen und Schülern zusammengefasst.

### **Facette Klarheit und Strukturiertheit**

Strukturierungshilfen beim Experimentieren 4:

Im Chemieunterricht fasst die Lehrperson das Wichtigste nochmals zusammen.

Strukturierungshilfen beim Experimentieren 6:

Im Chemieunterricht fasst die Lehrperson den Stoff am Ende der Stunde nochmals zusammen.

Klarheit und Strukturiertheit des Experiments 3:

Beim Experimentieren im Chemieunterricht werden die Phasen der Hypothesenbildung/ Ideensammlung, Planung, Durchführung und Auswertung klar voneinander abgegrenzt.

Klarheit und Strukturiertheit des Experiments 6:

Beim Experimentieren fassen die Schülerinnen und Schüler häufig die Ergebnisse zusammen.

### **Facette Problemlösender Unterricht**

Bezug zur Lebenswelt 2:

Lebensweltliche Problemstellungen werden in den Chemieunterricht eingebettet und auf deren Anwendung eingegangen.

Bezug zur Lebenswelt 3:

Im Chemieunterricht erfahren die Schülerinnen und Schüler, dass das Experimentieren ein Werkzeug zum Lesen "echter" Probleme ist.

Einbringung von Vorwissen 1:

Im Chemieunterricht äußern die Schülerinnen und Schüler Assoziationen zu früher gelernten Konzepten, Regeln oder Sachverhalten.

Einbringung von Vorwissen 2:

Im Chemieunterricht verwenden die Schülerinnen und Schüler bekannte Wissens Elemente, um eine neue Aufgabenstellung bzw. Lösung zu formulieren.

## 11.5 Zusätzliche Ergebnisse zur Studie

**Tabelle A5.1:** Korrelationsanalyse zur Überprüfung der Trennbarkeit der Skalen zur Normalität des gefilmten Chemieunterrichts.

			Gleichheit des Unterrichts	Schülerwahrnehmung
Kendall-Tau-b	Gleichheit des Unterrichts	Korrelationskoeffizient	1.000	.091*
		Sig. (2-seitig)	.	.020
		N	382	370
	Schülerwahrnehmung	Korrelationskoeffizient	.091*	1.000
		Sig. (2-seitig)	.020	.
		N	370	380
Spearman-Rho	Gleichheit des Unterrichts	Korrelationskoeffizient	1.000	.121*
		Sig. (2-seitig)	.	.020
		N	382	370
	Schülerwahrnehmung	Korrelationskoeffizient	.121*	1.000
		Sig. (2-seitig)	.020	.
		N	370	380

\*. Korrelation ist bei Niveau 0.05 signifikant (zweiseitig).

**Tabelle A5.2:** Konfirmatorische Faktorenanalyse zu den Skalen zur Normalität des gefilmten Chemieunterrichts.**Rotierte Komponentenmatrix<sup>a</sup>**

	Komponente	
	1	2
Häufigkeit dieser Art von Unterricht	.059	.865
Verwendung gleicher Methoden	.089	.861
Interessantheitsgrad	.846	.081
Unterricht motivierender	.853	.038
Unterricht variierender	.804	.095

Extraktionsmethode: Analyse der Hauptkomponente.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Rotation konvergierte in 3 Iterationen.

**Tabelle A5.3:** Itemkennwerte zur Skala *Gleichheit des Unterrichts* zur Normalität des gefilmten Unterrichts; Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemmittelwerte sollten Werte von 4.8 nicht übersteigen.

Item	Schweden	Sek I	Sek II	Schweden	Sek I	Sek II
$\alpha$				.71	.72	.69
	Trennschärfe			Itemmittelwerte		
Gleichheit zu anderen Stunden	.289	.425	.276			
Häufigkeit dieser Art von Unterricht	.572	.627	.554	4.28	4.53	4.77
Verwendung gleicher Methoden	.546	.535	.555	4.24	4.67	4.96

## 11 Anhang

**Tabelle A5.4:** Itemkennwerte zur Skala *Schülerwahrnehmung* zur Normalität des gefilmten Unterrichts; Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemmittelwerte sollten Werte von 4.8 nicht übersteigen.

Item	Schweden	Sek I	Sek II	Schweden	Sek I	Sek II
$\alpha$				.80	.83	.72
	Trennschärfe			Itemmittelwerte		
Schwierigkeitsgrad	.202	.027	.129			
Interessantheitsgrad	.728	.556	.350	4.15	4.43	4.58
Unterricht motivierender	.651	.623	.438	4.07	4.22	4.43
Unterricht variierender	.569	.375	.344	3.69	4.48	4.64
Unterricht aktiver	.618	.244	.088			
Unterricht konzentrierter	.660	.287	.252			

**Tabelle A5.5:** Itemkennwerte zur Skala *Qualität naturwissenschaftlicher Untersuchungen*; Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemmittelwerte sollten Werte von 3.2 nicht übersteigen.

Itemnr.	Unterrichtsvideos folgender Stichproben					
	Schweden	Sek I	Sek II	Schweden	Sek I	Sek II
$\alpha$				.868	.918	.750
	Trennschärfe			Itemmittelwerte		
Regelhaftigkeit 1	-.387	-.218	.198			
Regelhaftigkeit 2	.234	-.501	.103			
Regelhaftigkeit 3	.000	.379	.519			
Zeitverschwendung 1	-.217	.894	-.157			
Zeitverschwendung 2	.756	-.419	-.349			
Zeitverschwendung 3	.406	.137	.499			
Zeitverschwendung 4	.805	-.436	.000			
Zeitverschwendung 5	.320	.797	.000			
Zeitverschwendung 6	.145	.834	.000			
Disziplin 1	-.148	.588	.000			
Disziplin 2	.031	.754	.000			
Disziplin 3	.014	.754	.000			
Disziplin 4	-.083	.741	.000			
Fokussierung 1	.320	.117	.390			
Fokussierung 2	.817	.850	.385	3.63	3.64	3.00
Fokussierung 3	.742	-.378	.378			
Fokussierung 4	.742	.655	.275	2.68	3.21	3.22
Fokussierung 5	.320	.590	.166			
Monitoring 1	.320	.367	.000			
Monitoring 2	.843	-.177	-.157			
Monitoring 3	.740	.180	-.183			
Umgang mit Geräten 1	.000	.143	.003			
Umgang mit Geräten 2	.273	.006	-.183			
Umgang mit Geräten 3	.673	.730	-.157			
Umgang mit Geräten 4	.120	-.025	.407			
Umgang mit Geräten 5	.000	-.025	.000			
Personale Sicherheit 1	.000	.280	.000			
Personale Sicherheit 3	-.008	-.247	.496			
Personale Sicherheit 4	-.124	.807	.716			
Personale Sicherheit 5	-.253	.253	.000			
Personale Sicherheit 6	-.152	.084	.529			
Personale Sicherheit 7	-.002	.305	-.255			
Strukturierungshilfen 1	.099	.338	.034			

Strukturierungshilfen 2	.000	.668	.000			
Strukturierungshilfen 3	.393	.637	.000			
Strukturierungshilfen 4	.519	.800	.460	3.42	3.21	3.22
Strukturierungshilfen 5	.371	.057	.331			
Strukturierungshilfen 6	.711	.807	.415			
Klarheit des Experiments 1	.000	.798	.000			
Klarheit des Experiments 2	.145	.594	.528			
Klarheit des Experiments 3	.880	.761	.213	3.53	2.07	2.44
Klarheit des Experiments 4	.604	-.794	.375			
Klarheit des Experiments 5	.326	.742	-.479			
Klarheit des Experiments 6	.459	.685	.201	2.11	2.86	3.33
Sprunghaftigkeit 1	-.361	.664	-.141			
Sprunghaftigkeit 2	-.122	.807	.554			
Sprunghaftigkeit 3	.049	.332	.000			
Bezug Lebenswelt 1	.328	.259	.254			
Bezug Lebenswelt 2	.407	.744	.254	3.47	3.36	2.56
Bezug Lebenswelt 3	.770	.501	.812	3.74	2.21	1.44
Einbringung von Vorwissen 1	.610	.496	.640	3.37	2.79	3.67
Einbringung von Vorwissen 2	.508	.772	.474	3.47	2.86	3.78
Positive Fehlerkultur 1	-.175	.117	.000			
Positive Fehlerkultur 2	.612	.901	.000			
Positive Fehlerkultur 3	-.083	.646	.528			
Positive Fehlerkultur 4	-.101	.832	.528			
Pacing 1	.000	.807	.000			
Pacing 2	.542	.381	.000			
Interaktionstempo 1	.139	.381	-.157			
Interaktionstempo 2	.056	.280	-.157			
Interaktionstempo 3	.402	.359	.000			
Interaktionstempo 4	-.207	.881	.000			
Nachvollziehbarkeit 1	.000	.778	-.039			
Nachvollziehbarkeit 3	.577	.115	.000			
Nachvollziehbarkeit 4	.000	-.218	.062			
Nachvollziehbarkeit 5	.000	-.501	.062			

**Tabelle A5.6:** Itemkennwerte zur Skala *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* (N = naiv; W = wissenschaftlich); Trennschärfen sollten Werte zwischen .4 und .7 einnehmen und Itemkennwerte sollten Werte von 3.2 nicht übersteigen.

Itemnr.	Schwe den	Sek I	Sek II	Lehr- kräfte	Schwe den	Sek I	Sek II	Lehr- kräfte
$\alpha$					.93	.87	.81	.84
	Trennschärfe				Itemmittelwerte			
Bild eines Naturwissenschaftlers (N)	.105	.060	.086	.055				
Durchführung einer Untersuchung (N)	.155	.031	.026	.173				
wissenschaftliche Methode (W)	.325	.392	.409	-.295	3.04	3.35	3.50	3.75
Durchführung einer Untersuchung (N)	-.081	.252	.290	.425				
Bildung von Hypothesen (W)	.481	.330	.340	-.096	2.67	3.14	3.55	3.38
Auswertung einer Untersuchung (N)	.381	.355	.406	.210	2.42	3.23	3.45	2.88

Itemnr.	Schwe den	Sek I	Sek II	Lehr- kräfte	Schwe den	Sek I	Sek II	Lehr- kräfte
Bild über Naturwissenschaften (N)	.259	.301	.321	.022	2.54	2.85	3.14	3.06
Formulierung von Fragestellungen (W)	.419	.179	.320	.775				
Planung einer Untersuchung (W)	.602	.266	.388	.440	2.65	3.15	3.21	3.31
Planung einer Untersuchung (N)	.451	.254	.015	-.011				
Wissenschaftliche Methode (W)	.657	.326	.106	.626				
Wissenschaftliche Methode (N)	.451	.196	.080	.444				
Reflexion einer Untersuchung (W)	.637	.402	.376	.177	2.87	3.29	3.60	3.88
Bild eines Naturwissenschaftlers (N)	.522	.291	.260	-.364				
Reflexion einer Untersuchung (N)	.406	.278	.171	.485				
Durchführung einer Untersuchung (N)	.285	.080	.083	.072				
Interpretation einer Untersuchung (W)	.610	.315	.192	.022				
Formulierung von Fragestellungen (N)	.540	.450	.426	-.108	2.63	3.25	3.53	3.19
Formulierung von Fragestellungen (W)	.509	.255	.347	.008	3.03	3.42	3.63	3.81
Durchführung einer Untersuchung (W)	.507	.168	.114	.465				
Interpretation einer Untersuchung (N)	.538	.364	.277	-.261	2.42	2.86	3.15	3.81
Bild eines Naturwissenschaftlers (N)	.390	.228	.161	.491				
Planung einer Untersuchung (W)	.593	.276	.272	-.031				
Bild über Naturwissenschaften (N)	.514	.161	.114	.570				
Reflexion einer Untersuchung (N)	.605	.457	.370	-.202	2.80	3.18	3.48	3.81
Interpretation einer Untersuchung (W)	.585	.334	.361	-.314	2.61	2.84	3.06	3.44
Bildung von Hypothesen (W)	.647	.352	.266	-.293	2.59	2.98	3.35	2.94
Bild eines Naturwissenschaftlers (N)	.309	.230	.145	-.811				
Naturwissenschaftliches Wissen (W)	.519	.113	.065	.419				
Wissenschaftliche Methode (N)	.569	.447	.329	.338	2.61	3.38	3.65	3.75
Naturwissenschaftliches Wissen (N)	.490	.020	.080	.235				
Formulierung von Fragestellungen (N)	.525	.260	.273	.294				
Planung einer Untersuchung (W)	.517	.263	.296	.602				
Bild eines Naturwissenschaftlers (N)	.414	.332	.071	.334				
Durchführung einer Untersuchung (N)	.591	.323	.285	.015	2.70	2.63	2.96	3.25

Itemnr.	Schwe den	Sek I	Sek II	Lehr- kräfte	Schwe den	Sek I	Sek II	Lehr- kräfte
Interpretation einer Untersuchung (W)	.531	.442	.209	-.039				
Durchführung einer Untersuchung (W)	.658	.447	.421	.222	2.81	3.37	3.65	3.63
Reflexion einer Untersuchung (N)	.615	.424	.417	.010	2.35	2.76	3.14	3.31
Bild über Naturwissenschaften (N)	.344	.320	.439	.388	2.00	2.40	2.81	2.38
Bildung von Hypothesen (W)	.652	.394	.163	.530				
Reflexion einer Untersuchung (N)	.568	.539	.391	0.000	2.60	2.99	3.29	3.75
Interpretation einer Untersuchung (N)	.570	.411	.413	-.561	2.32	2.84	3.26	3.25
Naturwissenschaftliches Wissen (W)	.548	.159	-.118	-.130				
Bild über Naturwissenschaften (W)	.654	.368	.242	-.055	2.74	3.11	3.35	3.19
Auswertung einer Untersuchung (W)	.592	.404	.223	.650	2.53	2.84	3.10	3.06
Bild über Naturwissenschaften (N)	.604	.412	.250	-.088	2.72	3.47	3.73	3.50
Wissenschaftliche Methode (N)	.663	.460	.405	.295	2.29	2.98	3.28	3.50
Interpretation einer Untersuchung (W)	.699	.358	.198	.145				
Formulierung von Fragestellungen (N)	.636	.404	.256	.186	2.55	3.19	3.41	3.56
Durchführung einer Untersuchung (W)	.596	.308	.257	.336	2.47	2.83	3.13	2.81
Formulierung von Fragestellungen (W)	.660	.253	.303	-.138				

**Tabelle A5.7:** Ergebnisse zu der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke n ( $Z/\sqrt{N}$ )
Keine Fragestellung	Schweden	99.26	1.01	99.71	U = 140.5 Z = -.666 p = .505	-.10
	Dtl. (Sek I)	98.51	3.01	100.00		
Fragestellung	Schweden	.64	.85	.30	U = 141.5 Z = -.663 p = .507	-.10
	Dtl. (Sek I)	.74	1.73	.00		
Zusammenfassung der Fragestellung	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.16
	Dtl. (Sek I)	.06	.23	.00		
Sicherung der Fragestellung	Schweden	.11	.41	.00	U = 130.0 Z = -1.445 p = .149	-.21
	Dtl. (Sek I)	.51	.89	.00		
Bewertung der Fragestellung	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.16
	Dtl. (Sek I)	.16	.64	.00		
Instruktion der Fragestellung	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.22
	Dtl. (Sek I)	.03	.08	.00		

**Tabelle A5.8:** Ergebnisse zu dem Sammeln von Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Kein Sammeln von Daten	Schweden	98.99	1.62	100.00	U = 136.0 Z = -.809 p = .418	-.14
	Dtl. (Sek I)	97.79	4.08	99.56		
Sammeln von Daten	Schweden	1.01	1.62	.00	U = 141.0 Z = -.680 p = .496	-.11
	Dtl. (Sek I)	1.16	1.44	.35		
Zusammenfassung der Datensammlung	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.06	.19	.00		
Sicherung der Datensammlung	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0 Z = -1.884 p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	.23	.67	.00		

**Tabelle A5.9:** Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Kein Zusammenhang zwischen Daten	Schweden	100.00	100.00	100.00	U = 1334.0 Z = -0.875 p = .382	-.15
	Dtl. (Sek I)	99.68	.83	100.00		
Identifizieren relevanter Daten	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.07	.27	.00		
Erkennen von Zusammenhängen	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.25	.64	.00		

**Tabelle A5.10:** Ergebnisse zu der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Interpretation	Schweden	98.76	2.51	100.00	U = 150.0 Z = -.365 p = .715	-.06
	Dtl. (Sek I)	97.14	6.20	100.00		
Interpretation	Schweden	1.23	2.36	.00	U = 161.0 Z = -.021 p = .983	-.00
	Dtl. (Sek I)	2.43	5.58	.00		
Sicherung der Interpretation	Schweden	.06	.19	.00	U = 159.0 Z = -.116 p = .908	-.02
	Dtl. (Sek I)	.06	.18	.00		
Begründung der Interpretation	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.19	.64	.00		
Instruktion zur Interpretation	Schweden	.02	.10	.00	U = 131.0 Z = -1.607 p = .108	-.27
	Dtl. (Sek I)	.19	.42	.00		

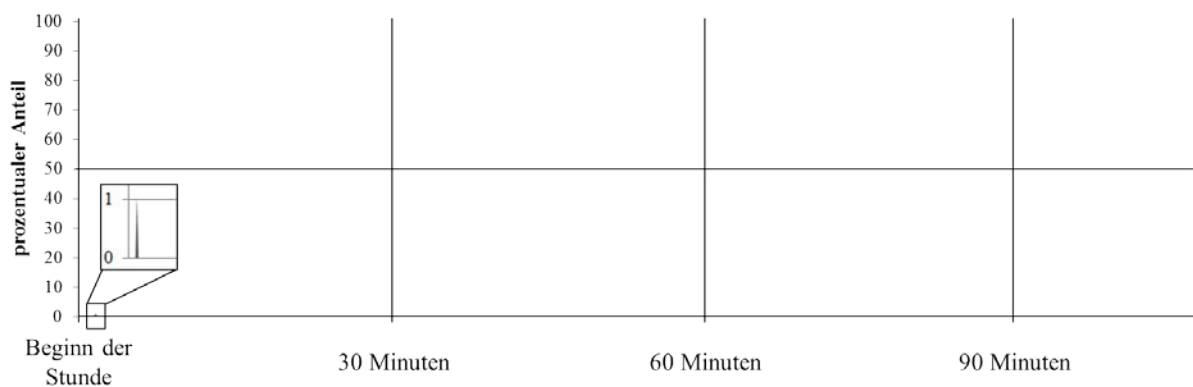
## 11 Anhang

**Tabelle A5.11:** Ergebnisse zu den Interpretationsergebnissen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/√N)
Keine Betrachtung der Interpretationsergebnisse	Schweden	98.72	2.47	100.00	U = 156.0 Z = -.175 p = .861	-.03
	Dtl. (Sek I)	97.35	5.76	100.00		
Beantwortung der Fragestellung	Schweden	1.26	2.44	.00	U = 160.0 Z = -.062 p = .950	-.01
	Dtl. (Sek I)	2.35	5.17	.00		
Falsifikation der Hypothese	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.07	.19	.00		
Verifikation der Hypothese	Schweden	.02	.08	.00	U = 140.0 Z = -1.248 p = .212	-.21
	Dtl. (Sek I)	.23	.55	.00		

**Tabelle A5.12:** Ergebnisse zu der Reflexion des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

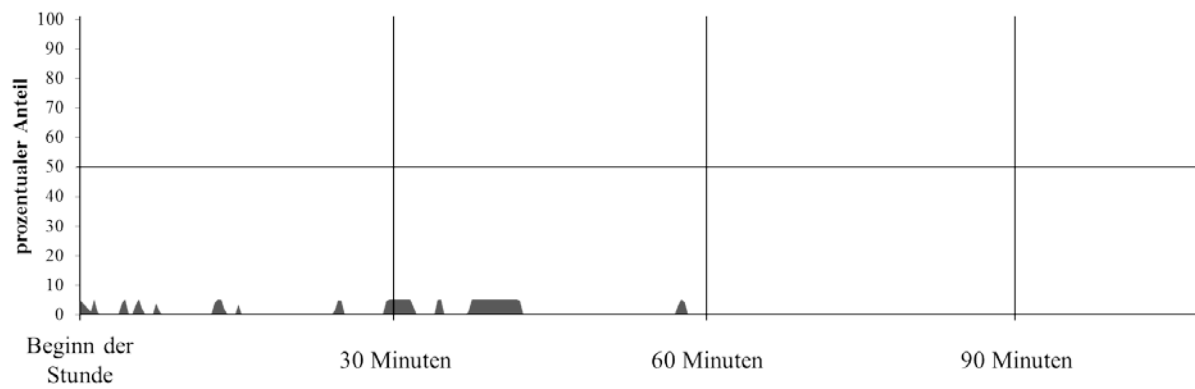
Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/√N)
Keine Reflexion	Schweden	99.28	1.42	100.00	U = 159.0 Z = -.079 p = .937	-.01
	Dtl. (Sek I)	99.42	1.02	100.00		
Reflexion der Untersuchung	Schweden	.55	1.40	.00	U = 156.5 Z = -.189 p = .850	-.03
	Dtl. (Sek I)	.37	.67	.00		
Reflexion der Auswertung	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.21	.87	.00		
Instruktion zur Reflexion	Schweden	.17	.53	.00	U = 144.5 Z = -1.357 p = .175	-.23
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		



**Abbildung A5.1:** Lesson signature zur expliziten Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses in der Sekundarstufe I.



## 11 Anhang



**Abbildung A5.2:** Lesson signature zur expliziten Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses in Schweden.

**Tabelle A5.13:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke n ( $Z/\sqrt{N}$ )
Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses (von L/L vorgegeben)	Schweden	.93	1.59	.00	U = 90.0 Z = -2.869 p = .004	-.48
	Dtl. (Sek I)	.00	.017	.00		
Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses (von L/L moderiert)	Schweden	.29	1.16	.00	U = 144.5 Z = -1.357 p = .175	-.23
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.14:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke n ( $Z/\sqrt{N}$ )
Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.52	.61	.30	U = 117.0 Z = -1.491 p = .136	-.25
	Dtl. (Sek I)	.23	.32	.00		
Fragestellung (von L/L moderiert)	Schweden	.12	.31	.00	U = 156.0 Z = -.268 p = .788	-.05
	Dtl. (Sek I)	.42	1.23	.00		
Fragestellung (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.054 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.09	.37	.00		
Fragestellung (Schülervortrag)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .000 p = 1.000	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Zusammenfassung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.06	.23	.00		
Zusammenfassung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .000 p = 1.000	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Sicherung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.0584	.20747	.00	U = 147.0 Z = -.764 p = .445	-.13
	Dtl. (Sek I)	.25	.55	.00		
Sicherung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Schweden	.0475	.20696	.00	U = 150.0 Z = -.760 p = .447	-.13
	Dtl. (Sek I)	.27	.79	.00		
Bewertung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.04	.17	.00		
Bewertung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.12	.48	.00		

**Tabelle A5.15:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärke n ( $Z/\sqrt{N}$ )
Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0 Z = -1.884 p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	.10	.30	.00		
Hypothese (von L/L moderiert)	Schweden	.32	.86	.00	U = 90.0 Z = -2.530 p = .011	-.42
	Dtl. (Sek I)	3.03	3.74	1.67		
Hypothese (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .000 p = 1.000	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Zusammenfassung der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.01	.03	.00		
Sicherung der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.0062	.03	.00		
Sicherung der Hypothese (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5 Z = -2.206 p = .027	-.38
	Dtl. (Sek I)	.32	.62	.00		
Bewertung der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .000 p = 1.000	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Bewertung der Hypothese (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .000 p = 1.000	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.16:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Planung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.55	1.40	.00	U = 143.5 Z = -.722 p = .470	-.12
	Dtl. (Sek I)	.96	3.23	.00		
Planung (von L/L moderiert)	Schweden	1.21	2.64	.00	U = 134.5 Z = -.974 p = .330	-.16
	Dtl. (Sek I)	1.66	2.62	.00		
Planung (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0 Z = -1.884 p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	1.80	5.00	.00		
Bewertung der Planung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.05	.14	.00		
Sicherung der Planung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.87	1.66	.00	U = 119.0 Z = -2.239 p = .025	-.37
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Sicherung der Planung (von L/L moderiert)	Schweden	.21	.49	.00	U = 144.0 Z = -1.016 p = .310	-.17
	Dtl. (Sek I)	.03	.11	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (Austeilen von Material)	Schweden	.33	.57	.00	U = 119.0 Z = -2.239 p = .025	-.37
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L vorgegeben)	<u>Schweden</u>	6.50	5.63	5.46	t (20.039) = 3.903; p = .001	d = 1.34
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	1.05	1.28	.46		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L moderiert)	Schweden	.63	.85	.00	U = 144.0 Z = -.483 p = .629	-.08
	Dtl. (Sek I)	.52	.88	.00		
Vorstellen des Untersuchungsplans (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .00 p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Organisation (von L/L vorgegeben)	<u>Schweden</u>	1.86	1.99	1.07	U = 119.5 Z = -1.345 p = .179	-.22
	<u>Dtl. (Sek I)</u>	.81	.79	.84		
Organisation (von L/L moderiert)	Schweden	.09	.37	.00	U = 151.0 Z = -.553 p = .580	-.09
	Dtl. (Sek I)	.12	.31	.00		
Vorstellen von Chemikalien und Geräten (von L/L vorgegeben)	Schweden	.12	.47	.00	U = 154.0 Z = -.496 p = .620	-.08
	Dtl. (Sek I)	.02	.09	.00		

**Tabelle A5.17:** Ergebnisse zu der Explizitheit hinsichtlich der inhaltlichen Vorbereitung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/√N)
SuS bereiten Untersuchung inhaltlich vor (explizit)	Schweden	1.34	4.16	.00	U = 144.5	-.03
	Dtl. (Sek I)	.78	1.73	.00	Z = -.830 p = .407	
SuS bereiten Untersuchung inhaltlich vor (implizit)	Schweden	.03	.11	.00	U = 150.0	-.02
	Dtl. (Sek I)	.18	.55	.00	Z = -.760 p = .447	

**Tabelle A5.18:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Sammlung von Daten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/√N)
Sammeln (von L/L vorgegeben)	Schweden	.22	.47	.00	U = 150.0	-.08
	Dtl. (Sek I)	.23	.39	.00	Z = -.447 p = .655	
Sammeln (von L/L moderiert)	Schweden	.78	1.34	.00	U = 148.0	-.08
	Dtl. (Sek I)	.93	1.25	.18	Z = -.463 p = .643	
Sammeln (Schülervortrag)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00	Z = .00 p = 1.00	
Zusammenfassung der Sicherung der Datensammlung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5	-.25
	Dtl. (Sek I)	.06	.19	.00	Z = -1.516 p = .129	
Sicherung der Datensammlung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00	Z = .00 p = 1.00	
Sicherung der Datensammlung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0	-.31
	Dtl. (Sek I)	.23	.67	.00	Z = -1.884 p = .060	

**Tabelle A5.19:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Mathematische Aufbereitung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.02	.07	.00		
Graphische Aufbereitung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.05	.23	.00	U = 161.0 Z = -.040 p = .968	-.01
	Dtl. (Sek I)	.01	.05	.00		
Graphische Aufbereitung (von L/L moderiert)	Schweden	.17	.73	.00	U = 160.0 Z = -.120 p = .905	-.02
	Dtl. (Sek I)	.61	2.50	.00		
Graphische Aufbereitung (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.44	1.82	.00		
Vergleich der Daten (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.03	.10	.00		
Vergleich der Daten (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 123.5 Z = -2.206 p = .027	-.38
	Dtl. (Sek I)	.32	.85	.00		
Reaktionsgleichungen (Austeilen von Material)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .00 p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Reaktionsgleichungen (von L/L vorgegeben)	Schweden	.15	.64297	.00	U = 134.0 Z = -1.449 p = .147	-.24
	Dtl. (Sek I)	.25	.49219	.00		
Reaktionsgleichungen (von L/L moderiert)	Schweden	.26	.85	.00	U = 116.5 Z = -1.959 p = .050	-.33
	Dtl. (Sek I)	3.15	4.89	.00		
Reaktionsgleichungen (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0 Z = -1.884 p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	2.01	5.61	.00		
Reaktionsgleichungen (Schülervortrag)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .00 p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Sicherung der Auswertung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.03	.11	.00	U = 153.0 Z = -.946 p = .344	-.16
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Sicherung der Auswertung (von L/L moderiert)	Schweden	.11	.34	.00	U = 159.5 Z = -.116 p = .908	-.02
	Dtl. (Sek I)	.18	.60	.00		

**Tabelle A5.20:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Identifizieren relevanter Daten (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.02	.07	.00		
Identifizieren relevanter Daten (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.05	.20	.00		
Erkennen von Zusammenhängen (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.03	.09	.00		
Erkennen von Zusammenhängen (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 133.0 Z = -1.884 p = .060	-.31
	Dtl. (Sek I)	.22	.56	.00		

**Tabelle A5.21:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Zusammenfassung der Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.23	.93	.00		
Sicherung der Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.13	.37	.00		
Sicherung der Schlussfolgerung (von L/L moderiert)	Schweden	.10	.44	.00	U = 142.0 Z = -1.132 p = .258	-.19
	Dtl. (Sek I)	.25	.66	.00		
Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.97	1.75	.00	U = 143.0 Z = -.614 p = .539	-.10
	Dtl. (Sek I)	.84	1.00	.52		
Schlussfolgerung (von L/L moderiert)	Schweden	.79	1.23	.00	U = 127.0 Z = -1.156 p = .248	-.19
	Dtl. (Sek I)	1.81	2.73	.17		
Schlussfolgerung (von SuS selbstständig)	Schweden	.03	.12	.00	U = 160.0 Z = -.120 p = .905	-.02
	Dtl. (Sek I)	.18	.74	.00		
Schlussfolgerung (Schülervortrag)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .00 p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Begründung der Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.05	.18	.00		
Begründung der Schlussfolgerung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 114.0 Z = -2.503 p = .012	-.42
	Dtl. (Sek I)	.81	1.99	.00		

**Tabelle A5.22:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Interpretation (von L/L vorgegeben)	Schweden	.57	1.25	.00	U = 159.5 Z = -.087 p = .931	-.02
	Dtl. (Sek I)	.20	.55	.00		
Interpretation (von L/L moderiert)	Schweden	.66	1.34	.00	U = 154.5 Z = -.305 p = .761	-.05
	Dtl. (Sek I)	1.01	1.99	.00		
Interpretation (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	1.22	4.10	.00		
Sicherung der Interpretation (von L/L vorgegeben)	Schweden	.01	.06	.00	U = 161.0 Z = -.040 p = .968	-.01
	Dtl. (Sek I)	.01	.02	.00		
Sicherung der Interpretation (von L/L moderiert)	Schweden	.04	.19	.00	U = 152.0 Z = -.628 p = .530	-.11
	Dtl. (Sek I)	.05	.17	.00		
Begründung der Interpretation (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.19	.64	.00		

**Tabelle A5.23:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretationsergebnisse von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Beantwortung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.59	1.27	.00	U = 158.5 Z = -.131 p = .896	-.02
	Dtl. (Sek I)	.17	.53	.00		
Beantwortung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Schweden	.68	1.40	.00	U = 155.5 Z = -.261 p = .794	-.04
	Dtl. (Sek I)	.97	2.05	.00		
Beantwortung der Fragestellung (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	1.22	4.10	.00		
Falsifikation der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.01	.026	.00		
Falsifikation der Hypothese (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.06	.17	.00		
Verifikation der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.03	.13	.00		
Verifikation der Hypothese (von L/L moderiert)	Schweden	.02	.08	.00	U = 140.0 Z = -1.248 p = .212	-.21
	Dtl. (Sek I)	.20	.47	.00		



**Tabelle A5.24:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Reflexion von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in Schweden und der deutschen Sekundarstufe I.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/√N)
Reflexion der Untersuchung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.47	1.27	.00	U = 156.0 Z = -.229 p = .819	-.04
	Dtl. (Sek I)	.23	.49	.00		
Reflexion der Untersuchung (von L/L moderiert)	Schweden	.08	.23	.00	U = 141.5 Z = -.976 p = .329	-.16
	Dtl. (Sek I)	.14	.28	.00		
Reflexion der Auswertung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.09	.38	.00		
Reflexion der Auswertung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.12	.49	.00		

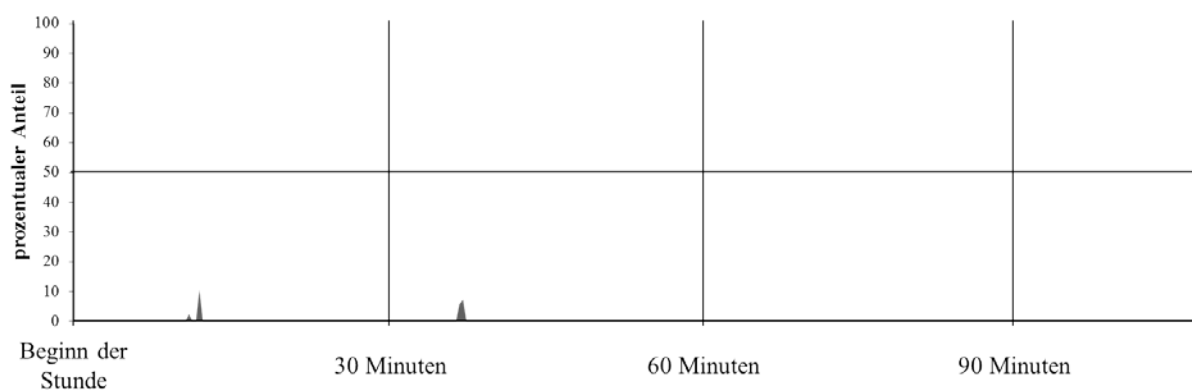
**Tabelle A5.25:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich anderer Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in Schweden und der Sekundarstufe I; grau gekennzeichnete Kästchen zeigen einen signifikanten Unterschied.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/√N)
Kommunikation (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .00 p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Kommunikation (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.42	1.74	.00		
Fachwissen (Austeilen von Material)	Schweden	.04	.17	.00	U = 112.0 Z = -2.270 p = .023	-.38
	Dtl. (Sek I)	.48	.77	.00		
Fachwissen (von L/L vorgegeben)	Schweden	1.07	2.25	.00	U = 108.0 Z = -1.971 p = .049	-.33
	Dtl. (Sek I)	3.70	5.33	.37		
Fachwissen (von L/L moderiert)	Schweden	.48	1.22	.00	U = 120.0 Z = -1.612 p = .107	-.27
	Dtl. (Sek I)	5.15	8.49	.00		
Fachwissen (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 95.0 Z = -3.050 p = .002	-.51
	Dtl. (Sek I)	11.93	18.36	.00		
Fachwissen (Schülervortrag)	Schweden	.00	.00	.00	U = 161.5 Z = .00 p = 1.00	.00
	Dtl. (Sek I)	.00	.00	.00		
Bewertung (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.42	1.73	.00		
Bewertung (von L/L moderiert)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.74	3.06	.00		

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/√N)
Bewertung (von SuS selbstständig)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	1.09	4.51	.00		
Vorwissen (Austeilen von Material)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.06	.19	.00		
Vorwissen (von L/L vorgegeben)	Schweden	5.19	8.07	2.43	U = 161.0 Z = -.016 p = .987	-.00
	Dtl. (Sek I)	2.39	1.91	2.67		
Vorwissen (von L/L moderiert)	Schweden	6.74	7.85	2.98	U = 147.5 Z = -.452 p = .651	-.08
	Dtl. (Sek I)	4.09	4.24	2.25		
Vorwissen (von SuS selbstständig)	Schweden	.33	1.07	.00	U = 138.5 Z = -1.123 p = .262	-.19
	Dtl. (Sek I)	2.42	5.52	.00		
Vorwissen (Schülervortrag)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.03	.12	.00		
Vorwissen (SuS lesen Material)	Schweden	.00	.00	.00	U = 152.0 Z = -1.057 p = .290	-.18
	Dtl. (Sek I)	.09	.38	.00		
Zusammenfassung anderer Aktivitäten (von L/L vorgegeben)	Schweden	.00	.00	.00	U = 142.5 Z = -1.516 p = .129	-.25
	Dtl. (Sek I)	.06	.19	.00		
Zusammenfassung anderer Aktivitäten (von L/L moderiert)	Schweden	.05	.22	.00	U = 161.0 Z = -.040 p = .968	-.01
	Dtl. (Sek I)	.04	.14	.00		
Sicherung anderer Aktivitäten (von L/L vorgegeben)	Schweden	.50	.98	.00	U = 126.5 Z = -1.524 p = .128	-.25
	Dtl. (Sek I)	.07	.20	.00		
Sicherung anderer Aktivitäten (von L/L moderiert)	Schweden	.31	.95	.00	U = 136.0 Z = -1.344 p = .179	-.22
	Dtl. (Sek I)	.01	.06	.00		

**Tabelle A5.26:** Ergebnisse zu der allgemeinen Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine allgemeine Betrachtung des <i>Inquiry</i> - Prozesses	Sek I	100.00	.02	100.00	U = 62.5 Z = -1.498 p = .134/.138	-.29
	Sek II	99.86	.36	100.00		
Betrachtung des <i>Inquiry</i> - Prozesses	Sek I	.00	.02	.00	U = 94.5 Z = -.043 p = .965/.982	-.01
	Sek II	.14	.36	.00		

**Abbildung A5.3:** Lesson signature zur expliziten Thematisierung des *Inquiry*-Prozesses in der deutschen Sekundarstufe II.**Tabelle A5.27:** Ergebnisse zu der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Fragestellung	Sek I	98.51	3.01	100.00	U = 71.0 Z = -.703 p = .482/.505	-.14
	Sek II	99.33	1.19	99.92		
Fragestellung	Sek I	.74	1.73	.00	U = 82.5 Z = -.135 p = .892/.902	-.03
	Sek II	.37	.60	.08		
Zusammenfassung der Fragestellung	Sek I	.06	.23	.00	U = 82.0 Z = -.332 p = .740/.902	-.06
	Sek II	.01	.04	.00		
Sicherung der Fragestellung	Sek I	.51	.89	.00	U = 76.0 Z = -.586 p = .558/.675	-.11
	Sek II	.29	.66	.00		
Bewertung der Fragestellung	Sek I	.16	.64	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Instruktion der Fragestellung	Sek I	.03	.08	.00	U = 75.0 Z = -1.105 p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.28:** Ergebnisse zur Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektsärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
keine Hypothese	Sek I	96.47	4.07	98.15	U = 71.0 Z = -.703 p = .482/.505	-.14
	Sek II	97.01	4.31	99.09		
Hypothese	<u>Sek I</u>	3.13	3.83	1.85	U = 76.5 Z = -.447 p = .655/.675	-.09
	<u>Sek II</u>	2.52	3.87	.66		
Zusammenfassung	Sek I	.01	.03	.00	U = 73.0 Z = -1.104 p = .270/.570	-.21
	Sek II	.06	.16	.00		
Sicherung der Hypothese	Sek I	.32	.64	.00	U = 78.0 Z = -.483 p = .629/.749	-.09
	Sek II	.09	.21	.00		
Bewertung der Hypothese	Sek I	.00	.00	.00	U = 68.0 Z = -1.879 p = .060/.414	-.36
	Sek II	.29	.85	.00		
Instruktion der Hypothese	Sek I	.08	.19	.00	U = 78.0 Z = -.569 p = .570/.749	-.11
	Sek II	.03	.10	.00		

**Tabelle A5.29:** Ergebnisse zu der Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests; T-Test bei NV	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ ); d bei NV
Keine Durchführung	<u>Sek I</u>	78.18	18.00	76.66	t (25) = -1.826 p = .080	.69/.33
	<u>Sek II</u>	63.03	25.07	53.40		
Praktische Durchführung ohne Protokollierung	<u>Sek I</u>	10.40	11.21	6.16	t (25) = 1.977 p = .059	-.74/-.35
	<u>Sek II</u>	21.27	17.48	21.33		
Praktische Durchführung mit Protokollierung	Sek I	3.77	6.89	.00	U = 83.0 Z = -.124 p = .901/.941	-.02
	Sek II	2.66	4.82	.00		
Nur Protokollierung	Sek I	6.93	10.24	.00	t (25) = 1.349 p = .190	-.52/-.25
	<u>Sek II</u>	13.04	13.12	8.05		

**Tabelle A5.30:** Ergebnisse zu dem Sammeln von Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Kein Sammeln von Daten	Sek I	97.79	4.08	99.56	U = 72.0	-.13
	Sek II	98.72	1.85	99.78	Z = -.653 p = .514/.537	
Sammeln von Daten	Sek I	1.16	1.44	.35	U = 76.0	-.09
	<u>Sek II</u>	1.12	1.71	.23	Z = -.468 p = .640/.675	
Zusammenfassung der Datensammlung	Sek I	.06	.19	.00	U = 75.0	-.21
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.105 p = .269/.639	
Sicherung der Datensammlung	Sek I	.23	.67	.00	U = 84.0	-.01
	Sek II	.16	.47	.00	Z = -.074 p = .941/.980	

**Tabelle A5.31:** Ergebnisse zu der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Auswertung	Sek I	92.20	10.34	96.78	U = 69.0	-.16
	<u>Sek II</u>	88.72	11.75	91.54	Z = -.803 p = .422/.443	
Mathematische Auswertung	Sek I	.02	.074	.00	U = 80.0	-.15
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -.767 p = .443/.824	
Graphische Auswertung	Sek I	1.06	4.37	.00	U = 80.0	-.15
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -.767 p = .443/.824	
Vergleich von Daten	Sek I	.35	.85	.00	U = 65.0	-.31
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.624 p = .104/.334	
Aufstellen von Reaktionsgleichungen	Sek I	5.42	9.58	.00	U = 61.5	-.25
	<u>Sek II</u>	7.59	9.47	4.49	Z = -1.272 p = .204/.243	
Sicherung der Auswertung	Sek I	.18	.60	.00	U = 84.5	-.01
	Sek II	.33	1.06	.00	Z = -.046 p = .963/.980	
Instruktion zur Auswertung	Sek I	.42	.87	.00	U = 66.0	-.20
	Sek II	.53	.66	.13	Z = -1.028 p = .304/.359	

## 11 Anhang

**Tabelle A5.32:** Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Kein Zusammenhang zwischen Daten	Sek I	99.68	.83	100.00	U = 72.0 Z = -.653 p = .514/.537	-.13
	Sek II	99.91	.29	100.00		
Identifizieren relevanter Daten	Sek I	.07	.27	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Erkennen von Zusammenhängen	Sek I	.25	.64	.00	U = 78.0 Z = -.569 p = .570/.749	-.11
	Sek II	.09	.29	.00		

**Tabelle A5.33:** Ergebnisse zu der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Schlussfolgerung	Sek I	95.67	4.74	98.56	U = 73.0 Z = -.603 p = .547/.570	-.12
	Sek II	90.97	10.74	94.49		
Zusammenfassung der Schlussfolgerung	Sek I	.23	.93	.00	U = 74.0 Z = -1.012 p = .312/.604	-.20
	Sek II	.11	.27	.00		
Sicherung der Schlussfolgerung	Sek I	.38	.88	.00	U = 85.0 Z = .00 p = 1.00	0
	Sek II	.68	1.45	.00		
Schlussfolgerung	Sek I	2.83	3.76	1.33	U = 65.5 Z = -.984 p = .325/.334	-.19
	Sek II	8.06	10.12	5.41		
Begründung der Schlussfolgerung	Sek I	.86	2.12	.00	U = 66.0 Z = -1.311 p = .190/.359	-.25
	Sek II	.00	.01	.00		
Instruktion zur Schlussfolgerung	Sek I	.02	.08	.00	U = 73.0 Z = -1.104 p = .270/.570	-.21
	Sek II	.18	.49	.00		

**Tabelle A5.34:** Ergebnisse zu der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Interpretation	Sek I	97.14	6.20	100.00	U = 76.0	-.09
	Sek II	97.28	3.59	100.00	Z = -.452 p = .651/.675	
Interpretation	Sek I	2.43	5.58	.00	U = 73.0	-.14
	Sek II	2.21	3.32	.00	Z = -.746 p = .456/.570	
Sicherung der Interpretation	Sek I	.06	.18	.00	U = 84.5	-.01
	Sek II	.44	1.38	.00	Z = -.046 p = .963/.980	
Begründung der Interpretation	Sek I	.19	.64	.00	U = 75.0	-.21
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.105 p = .269/.639	
Instruktion zur Interpretation	Sek I	.19	.42	.00	U = 79.0	-.08
	Sek II	.08	.18	.00	Z = -.414 p = .679/.786	

**Tabelle A5.35:** Ergebnisse zu den Interpretationsergebnissen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I der II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Interpretationsergebnisse	Sek I	97.35	5.75	100.00	U = 176.0	-.09
	Sek II	97.36	3.47	100.00	Z = -.452 p = .651/.675	
Beantwortung der Fragestellung	Sek I	2.35	5.17	.00	U = 82.5	-.03
	Sek II	1.90	3.09	.00	Z = -.163 p = .871/.902	
Falsifikation der Hypothese	Sek I	.07	.19	.00	U = 84.5	-.01
	Sek II	.42	1.32	.00	Z = -.046 p = .963/.963	
Verifikation der Hypothese	Sek I	.23	.55	.00	U = 83.0	-.03
	Sek II	.33	.89	.00	Z = -.148 p = .882/.941	

**Tabelle A5.36:** Ergebnisse zu der Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Generalisierung	Sek I	99.53	1.02	100.00	U = 71.0 Z = -.703 p = .482/.505	-.14
	Sek II	99.40	1.89	100.00		
Sicherung der Generalisierung	Sek I	.15	.43	.00	U = 80.0 Z = -.406 p = .685/.824	-.08
	Sek II	.28	.89	.00		
Aufstellen von Regeln	Sek I	.32	.71	.00	U = 75.5 Z = -.704 p = .482/.639	-.14
	Sek II	.32	1.01	.00		
Je-desto-Aussagen	Sek I	.01	.02	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.37:** Ergebnisse zu der Reflexion des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekt- stärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine Reflexion	Sek I	99.42	1.02	100.00	U = 67.5 Z = -.879 p = .380/.386	-.17
	Sek II	99.72	.72	100.00		
Reflexion der Untersuchung	Sek I	.37	.67	.00	U = 72.0 Z = -.808 p = .419/.537	-.16
	Sek II	.17	.39	.00		
Reflexion der Auswertung	Sek I	.21	.87	.00	U = 82.0 Z = -.332 p = .740/.902	-.06
	Sek II	.11	.35	.00		
Instruktion zur Reflexion	Sek I	.00	.00	.00	U = 85.0 Z = .00 p = 1.00	.00
	Sek II	.00	.00	.00		



**Tabelle A5.38:** Ergebnisse zu anderen Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Keine anderen Unterrichtsaktivitäten	Sek I	66.80	31.69	74.90	U = 48.0	-.36
	Sek II	82.75	31.57	97.97	Z = -1.858 p = .063/.066	
Kommunikation	Sek I	.42	1.74	.00	U = 82.0	-.06
	Sek II	.64	2.02	.00	Z = -.332 p = .740/.902	
Fachwissen	Sek I	21.27	29.37	.37	U = 60.0	-.27
	Sek II	11.58	29.04	.00	Z = -1.410 p = .159/.223	
Bewertung	Sek I	2.25	9.30	.00	U = 80.0	-.15
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -.767 p = .443/.824	
Vorwissen	Sek I	9.08	9.12	5.78	U = 53.5	-.31
	Sek II	4.99	7.82	1.65	Z = -1.590 p = .112/.115	
Zusammenfassung	Sek I	.09	.23	.00	U = 78.0	-.11
	Sek II	.03	.10	.00	Z = -.569 p = .570/.749	
Sicherung	Sek I	.08	.23	.00	U = 75.0	-.21
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.105 p = .269/.639	

**Tabelle A5.39:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses (von L/L vorgegeben)	Sek I	.00	.02	.00	U = 60.0	-.35
	Sek II	.05	.11	.00	Z = -1.840 p = .066/.115	
Betrachtung des <i>Inquiry</i> -Prozesses (von L/L moderiert)	Sek I	.00	.00	.00	U = 94.5	-.01
	Sek II	.09	.28	.00	Z = -.043 p = .965/.982	

**Tabelle A5.40:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Formulierung der Fragestellung(en) von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.23	.32	.00	U = 62.0 Z = -1.376 p = .169/.264	-.27
	Sek II	.05	.10	.00		
Fragestellung (von L/L moderiert)	Sek I	.42	1.23	.00	U = 77.0 Z = -.552 p = .581/.711	-.11
	Sek II	.31	.55	.00		
Fragestellung (von SuS selbstständig)	Sek I	.09	.37	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Fragestellung (Schülervortrag)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.02	.05	.00		
Zusammenfassung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Sek I	.06	.23	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Zusammenfassung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.02	.04	.00		
Sicherung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.25	.55	.00	U = 80.0 Z = -.406 p = .685/.824	-.08
	Sek II	.19	.61	.00		
Sicherung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Sek I	.27	.79	.00	U = 82.5 Z = -.230 p = .818/.902	-.04
	Sek II	.10	.31	.00		
Bewertung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.04	.17	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Bewertung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Sek I	.12	.48	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.41:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Bildung von Hypothesen von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Hypothese (von L/L vorgegeben)	Sek I	.10	.30	.00	U = 82.0 Z = -.222 p = .824/.902	-.04
	Sek II	.07	.16	.00		
Hypothese (von L/L moderiert)	Sek I	3.03	3.74	1.67	U = 67.5 Z = -.920 p = .358/.386	-.18
	Sek II	1.42	1.95	.43		
Hypothese (von SuS selbstständig)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	1.03	3.25	.00		
Zusammenfassung der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Sek I	.01	.034	.00	U = 73.0 Z = -1.104 p = .270/.570	-.21
	Sek II	.06	.16	.00		
Sicherung der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Sek I	.01	.03	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Sicherung der Hypothese (von L/L moderiert)	Sek I	.32	.62	.00	U = 78.0 Z = -.483 p = .629/.749	-.09
	Sek II	.09	.21	.00		
Bewertung der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.02	.06	.00		
Bewertung der Hypothese (von L/L moderiert)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.27	.85	.00		

**Tabelle A5.42:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Planung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests; T-Test bei NV	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ ), d bei NV
Planung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.96	3.23	.00	U = 55.0	-.40
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -2.069 p = .039/.141	
Planung (von L/L moderiert)	Sek I	1.66	2.62	.00	U = 45.0	-.48
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -2.487 p = .013/.046	
Planung (von SuS selbstständig)	Sek I	1.80	5.00	.00	U = 70.0	-.27
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.380 p = .168/.473	
Bewertung der Planung (von L/L moderiert)	Sek I	.05	.14	.00	U = 75.0	-.21
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.105 p = .269/.639	
Sicherung der Planung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.00	.00	.00	U = 85.0	.00
	Sek II	.00	.00	.00	Z = .00 p = 1.00	
Sicherung der Planung (von L/L moderiert)	Sek I	.03	.11	.00	U = 80.0	-.15
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -.767 p = .443/.824	
Vorstellen des Untersuchungsplans (Austeilen von Material)	Sek I	.00	.00	.00	U = 34.0	-.68
	Sek II	.45	.81	.00	Z = -3.518 p = .00/.009	
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L vorgegeben)	<u>Sek I</u>	1.05	1.27	.46	t (25) = 1.011	-.41/-.20
	<u>Sek II</u>	1.55	1.22	.00	p = .322	
Vorstellen des Untersuchungsplans (von L/L moderiert)	Sek I	.52	.88	.00	U = 77.5	-.09
	Sek II	.29	.52737	.00	Z = -.449 p = .654/.711	
Vorstellen des Untersuchungsplans (von SuS selbstständig)	Sek I	.00	.00	.00	U = 51.0	-.53
	Sek II	.82	1.21	.00	Z = -2.761 p = .006/.093	
Organisation (von L/L vorgegeben)	<u>Sek I</u>	.83	.79	.84	t (25) = 1.111	-.43/-.21
	<u>Sek II</u>	1.20	.94	.00	p = .277	
Organisation (von L/L moderiert)	Sek I	.12	.31	.00	U = 70.0	-.27
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.380 p = .168/.473	
Vorstellen von Chemikalien und Geräten (von L/L vorgegeben)	Sek I	.02	.09	.00	U = 80.0	-.15
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -.767 p = .443/.824	

**Tabelle A5.43:** Ergebnisse zu der Explizitheit hinsichtlich der inhaltlichen Vorbereitung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
SuS bereiten Untersuchung inhaltlich vor (explizit)	Sek I	.78	1.73	.00	U = 83.0 Z = -.138 p = .890/.941	-.03
	Sek II	.81	1.73	.00		
SuS bereiten Untersuchung inhaltlich vor (implizit)	Sek I	.18	.55	.00	U = 78.0 Z = -.569 p = .570/.749	-.11
	Sek II	.57	1.75	.00		

**Tabelle A5.44:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der praktischen Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Praktische Durchführung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.45	.90	.00	U = 71.5 Z = -1.00 p = .317/.505	-.19
	Sek II	.04	.13	.00		
Praktische Durchführung (von L/L moderiert)	Sek I	.16	.36	.00	U = 78.0 Z = -.569 p = .570/.749	-.11
	Sek II	.08	.25	.00		
Praktische Durchführung (von SuS selbstständig)	Sek I	9.79	11.39	4.66	U = 55.0 Z = -1.519 p = .129/.414	-.29
	<u>Sek II</u>	20.70	17.24	21.33		
Praktische Durchführung (Schülervortrag)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.45	1.42	.00		
Praktische Durchführung mit Protokollierung (von SuS selbstständig)	Sek I	3.77	6.89	.00	U = 83.0 Z = -.124 p = .901/.941	-.02
	Sek II	2.66	4.82	.00		
Nur Protokollierung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.17	.68	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Nur Protokollierung (von SuS selbstständig)	Sek I	6.76	10.21	.00	U = 54.0 Z = -1.612 p = .107/.127	-.31
	<u>Sek II</u>	13.03	13.12	8.05		

**Tabelle A5.45:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Sammlung von Daten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Sammeln (von L/L vorgegeben)	Sek I	.23	.39	.00	U = 75.0 Z = -.622 p = .534/.639	-.12
	Sek II	.25	.62	.00		
Sammeln (von L/L moderiert)	Sek I	.93	1.25	.18	U = 76.0 Z = -.487 p = .626/.675	-.09
	Sek II	.72	1.17	.00		
Sammeln (Schülervortrag)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.15	.49	.00		
Zusammenfassung der Sicherung der Datensammlung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.06	.19	.00	U = 75.0 Z = -1.105 p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		
Sicherung der Datensammlung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.00	.00	.00	U = 68.0 Z = -1.879 p = .060/.414	-.36
	Sek II	.08	.21	.00		
Sicherung der Datensammlung (von L/L moderiert)	Sek I	.23	.67	.00	U = 79.0 Z = -.487 p = .626/.786	-.09
	Sek II	.09	.27	.00		

**Tabelle A5.46:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Mathematische Aufbereitung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.02	.07	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Graphische Aufbereitung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.01	.05	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Graphische Aufbereitung (von L/L moderiert)	Sek I	.61	2.50	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Graphische Aufbereitung (von SuS selbstständig)	Sek I	.44	1.82	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Vergleich der Daten (von L/L vorgegeben)	Sek I	.03	.10	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Vergleich der Daten (von L/L moderiert)	Sek I	.32	.85	.00	U = 65.0 Z = -1.624 p = .104/.334	-.31
	Sek II	.00	.00	.00		
Reaktionsgleichungen (Austeilen von Material)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.05	.14	.00		
Reaktionsgleichungen (von L/L vorgegeben)	Sek I	.25	.49	.00	U = 71.0 Z = -.871 p = .384/.505	-.17
	Sek II	.96	2.19	.00		
Reaktionsgleichungen (von L/L moderiert)	Sek I	3.15	4.89	.00	U = 78.5 Z = -.367 p = .714/.749	-.07
	Sek II	3.18	4.66	.64		
Reaktionsgleichungen (von SuS selbstständig)	Sek I	2.02	5.61	.00	U = 74.0 Z = -.759 p = .448/.604	-.15
	Sek II	3.21	7.65	.00		
Reaktionsgleichungen (Schülervortrag)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.21	.65	.00		
Sicherung der Auswertung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.33	1.06	.00		
Sicherung der Auswertung (von L/L moderiert)	Sek I	.18	.60	.00	U = 75.0 Z = -1.105 p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.47:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Untersuchungsdaten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Identifizieren relevanter Daten (von L/L vorgegeben)	Sek I	.02	.07	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .824	-.03
	Sek II	.00	.00	.00		
Identifizieren relevanter Daten (von L/L moderiert)	Sek I	.05	.20	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .824	-.03
	Sek II	.00	.00	.00		
Erkennen von Zusammenhängen (von L/L vorgegeben)	Sek I	.03	.09	.00	U = 85.5 Z = -.138 p = .941	-.01
	Sek II	.03	.08	.00		
Erkennen von Zusammenhängen (von L/L moderiert)	Sek I	.22	.56	.00	U = 78.0 Z = -.569 p = .749	-.03
	Sek II	.06	.20	.00		

**Tabelle A5.48:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Schlussfolgerung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Zusammenfassung der Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.23	.93	.00	U = 74.0 Z = -1.012 p = .312/.604	-.20
	Sek II	.11	.27	.00		
Sicherung der Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.13	.37	.52	U = 77.0 Z = -.650 p = .516/.711	-.13
	Sek II	.36	.89	.23		
Sicherung der Schlussfolgerung (von L/L moderiert)	Sek I	.25	.66	.17	U = 80.0 Z = -.406 p = .685/.824	-.08
	Sek II	.32	1.01	2.20		
Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	<u>Sek I</u>	.84	1.00	.00	U = 85.0 Z = .00 p = 1.00	.00
	Sek II	1.85	2.97	.00		
Schlussfolgerung (von L/L moderiert)	Sek I	1.81	2.73	.00	U = 69.0 Z = -.818 p = .413/.443	-.16
	<u>Sek II</u>	2.70	2.42	.00		
Schlussfolgerung (von SuS selbstständig)	Sek I	.18	.74	.00	U = 81.0 Z = -.442 p = .658/.863	-.09
	Sek II	2.22	7.02	.00		
Schlussfolgerung (Schülervortrag)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	1.29	4.08	.00		
Begründung der Schlussfolgerung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.05	.18	.00	U = 75.0 Z = -1.105 p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		
Begründung der Schlussfolgerung (von L/L moderiert)	Sek I	.81	1.99	.00	U = 66.0 Z = -1.311 p = .190/.359	-.25
	Sek II	.00	.01	.00		



**Tabelle A5.49:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretation von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Interpretation (von L/L vorgegeben)	Sek I	.20	.55	.00	U = 75.5 Z = -.619 p = .536/.639	-.12
	Sek II	.51	.94	.00		
Interpretation (von L/L moderiert)	Sek I	1.01	1.99	.00	U = 73.0 Z = -.746 p = .456/.570	-.14
	Sek II	1.40	2.18	.00		
Interpretation (von SuS selbstständig)	Sek I	1.22	4.10	.00	U = 82.5 Z = -.230 p = .818/.902	-.04
	Sek II	.30	.95	.00		
Sicherung der Interpretation (von L/L vorgegeben)	Sek I	.01	.02	.00	U = 81.0 Z = -.442 p = .658/.863	-.09
	Sek II	.44	1.38	.00		
Sicherung der Interpretation (von L/L moderiert)	Sek I	.05	.17	.00	U = 75.0 Z = -1.105 p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		
Begründung der Interpretation (von L/L moderiert)	Sek I	.19	.64	.00	U = 75.0 Z = -1.105 p = .269/.639	-.21
	Sek II	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.50:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Interpretationsergebnisse von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Beantwortung der Fragestellung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.16	.53	.00	U = 74.5 Z = -.684 p = .494/.604	-.13
	Sek II	.78	1.48	.00		
Beantwortung der Fragestellung (von L/L moderiert)	Sek I	.97	2.05	.00	U = 82.5 Z = -.163 p = .871/.902	-.03
	Sek II	.82	1.57	.00		
Beantwortung der Fragestellung (von SuS selbstständig)	Sek I	1.22	4.10	.00	U = 82.5 Z = -.230 p = .818/.902	-.04
	Sek II	.30	.95	.00		
Falsifikation der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Sek I	.01	.03	.00	U = 81.0 Z = -.442 p = .658/.863	-.09
	Sek II	.07	.22	.00		
Falsifikation der Hypothese (von L/L moderiert)	Sek I	.06	.17	.00	U = 84.5 Z = -.043 p = .963/.980	-.01
	Sek II	.35	1.10	.00		
Verifikation der Hypothese (von L/L vorgegeben)	Sek I	.03	.13	.00	U = 74.0 Z = -1.012 p = .312/.604	-.20
	Sek II	.09	.20	.00		
Verifikation der Hypothese (von L/L moderiert)	Sek I	.20	.47	.00	U = 80.0 Z = -.406 p = .685/.824	-.08
	Sek II	.23	.74	.00		

**Tabelle A5.51:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Generalisierung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Sicherung der Generalisierung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.01	.02	.00	U = 81.0 Z = -.442 p = .658/.863	-.09
	Sek II	.04	.14	.00		
Sicherung der Generalisierung (von L/L moderiert)	Sek I	.14	.43	.00	U = 84.5 Z = -.046 p = .963/.980	-.01
	Sek II	.24	.75	.00		
Aufstellen von Regeln (von L/L vorgegeben)	Sek I	.15	.44	.00	U = 74.5 Z = -.778 p = .437/.604	-.15
	Sek II	.06	.20	.00		
Aufstellen von Regeln (von L/L moderiert)	Sek I	.18	.54	.00	U = 84.5 Z = -.046 p = .963/.980	-.01
	Sek II	.26	.81	.00		
Je-desto-Aussagen (von L/L moderiert)	Sek I	.01	.02	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		

**Tabelle A5.52:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich der Reflexion von naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effekts tärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Reflexion der Untersuchung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.23	.49	.00	U = 79.0 Z = -.414 p = .679/.786	-.08
	Sek II	.07	.17	.00		
Reflexion der Untersuchung (von L/L moderiert)	Sek I	.14	.28	.00	U = 75.5 Z = -.704 p = .482/.639	-.14
	Sek II	.10	.30	.00		
Reflexion der Auswertung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.09	.38	.00	U = 82.0 Z = -.332 p = .740/.902	-.06
	Sek II	.07	.23	.00		
Reflexion der Auswertung (von L/L moderiert)	Sek I	.12	.49	.00	U = 82.0 Z = -.332 p = .740/.902	-.06
	Sek II	.04	.12	.00		

**Tabelle A5.53:** Ergebnisse zu den Offenheitsgraden hinsichtlich anderer Unterrichtsaktivitäten im Chemieunterricht in der deutschen Sekundarstufe I und II.

Kategorie	Gruppe	M [%]	SD [%]	Mdn [%]	Ergebnisse des U-Tests	Effektstärken (Z/ $\sqrt{N}$ )
Kommunikation (von L/L vorgegeben)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	.10	.30	.00		
Kommunikation (von L/L moderiert)	Sek I	.42	1.74	.00	U = 82.0 Z = -.332 p = .740/.902	-.06
	Sek II	.54	1.72	.00		
Fachwissen (Austeilen von Material)	Sek I	.48	.77	.00	U = 66.0 Z = -1.181 p = .237/.359	-.23
	Sek II	.07	.17	.00		
Fachwissen (von L/L vorgegeben)	Sek I	3.70	5.33	.37	U = 56.0 Z = -1.636 p = .102/.155	-.32
	Sek II	1.01	2.16	.00		
Fachwissen (von L/L moderiert)	Sek I	5.15	8.49	.00	U = 68.0 Z = -1.017 p = .309/.414	-.20
	Sek II	3.12	8.03	.00		
Fachwissen (von SuS selbstständig)	Sek I	11.93	18.36	.00	U = 65.0 Z = -1.197 p = .231/.334	-.23
	Sek II	5.50	13.51	.00		
Fachwissen (Schülervortrag)	Sek I	.00	.00	.00	U = 76.5 Z = -1.304 p = .192/.675	-.25
	Sek II	1.89	5.98	.00		
Bewertung (von L/L vorgegeben)	Sek I	.42	1.73	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Bewertung (von L/L moderiert)	Sek I	.74	3.06	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Bewertung (von SuS selbstständig)	Sek I	1.09	4.51	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Vorwissen (Austeilen von Material)	Sek I	.06	.19	.00	U = 83.5 Z = -.138 p = .890/.941	-.03
	Sek II	.06	.20	.00		
Vorwissen (von L/L vorgegeben)	Sek I	2.39	1.91	2.67	U = 61.0 Z = -1.215 p = .224/.243	-.23
	Sek II	1.66	2.48	.77		
Vorwissen (von L/L moderiert)	Sek I	4.09	4.25	2.25	U = 66.0 Z = -.972 p = .331/.359	-.19
	Sek II	2.79	4.93	.62		
Vorwissen (von SuS selbstständig)	Sek I	2.42	5.52	.00	U = 72.5 Z = -.926 p = .354/.537	-.18
	Sek II	.48	1.52	.00		
Vorwissen (Schülervortrag)	Sek I	.03	.12	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Vorwissen (SuS lesen Material)	Sek I	.09	.38	.00	U = 80.0 Z = -.767 p = .443/.824	-.15
	Sek II	.00	.00	.00		
Zusammenfassung anderer Aktivitäten (von L/L	Sek I	.06	.19	.00	U = 83.5 Z = -.138	-.03
	Sek II	.03	.10	.00		

vorgegeben)					p = .890/.941	
Zusammenfassung anderer Aktivitäten (von L/L moderiert)	Sek I	.04	.14	.00	U = 80.0	-.15
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -.767 p = .443/.824	
Sicherung anderer Aktivitäten (von L/L vorgegeben)	Sek I	.07	.20	.00	U = 75.0	-.21
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -1.105 p = .269/.639	
Sicherung anderer Aktivitäten (von L/L moderiert)	Sek I	.01	.06	.00	U = 80.0	-.15
	Sek II	.00	.00	.00	Z = -.767 p = .443/.824	

**Tabelle A5.54:** Korrelationsanalysen zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* mit den Offenheitsgraden.

<b>Partialkorrelation</b>	<b>r (p &lt;)</b>
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Offenheitsgrad</i> (von der Lehrkraft vorgegeben)	.283 (.095)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Offenheitsgrad</i> (von der Lehrkraft moderiert)	-.177 (.209)
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Offenheitsgrad</i> ( <i>SuS selbstständig</i> )	-.158 (.236)

**Tabelle A5.55:** Korrelationsanalyse zu den Vorstellungen der Lehrkräfte über *Nature of Science* und *Nature of Scientific Inquiry* mit der Phase der expliziten Betrachtung des *Inquiry*-Prozesses.

<b>Partialkorrelation</b>	<b>r (p &lt;)</b>
Vorstellungen der Lehrkräfte über <i>NoS</i> und <i>NoSI</i> mit <i>Phase der expliziten Betrachtung des Inquiry-Prozesses</i>	.374 (.039)